INSO
241-303
1st.Edition
2014

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۵۲۴۱-۳۰۳
چاپ اول
۱۳۹۲

ارگونومی تعامل انسان- سامانه - قسمت ۳۰۳: الزامات صفحه‌های نمایشگر دیداری الکترونیکی

Ergonomics of human-system interaction- Part 303: Requirements for electronic visual displays

ICS:13.180; 35.180

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است .

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان ، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود . پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب ، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود . بدین ترتیب ، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] ،کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند . در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور ، از آخرین پیشرفت های علمی ، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود .

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون ، برای حمایت از مصرف کنندگان ، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی ، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی ، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/ یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید.

سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور ، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید . همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره ، آموزش ، بازرسی ، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی ، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم ، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند . ترویج دستگاه بین المللی یکاها ، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است .

1- International Organization for Standardization
2 - International Electrotechnical Commission
3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

"ارگونومی تعامل انسان- سامانه -

قسمت ۳۰۳: الزامات صفحه های نمایشگر دیداری الکترونیکی"

رئیس :	**سمت و/ یا نمایندگی**
قانع، سعید (فوق لیسانس ارگونومی)	عضو انجمن ارگونومی‌ایران
دبیر :	
ماندگاری، مریم (فوق لیسانس مهندسی صنایع)	کارشناس اداره کل استاندارد استان یزد
اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدی نژاد، مرتضی (لیسانس مهندسی مخابرات)	کارشناس اداره برق منطقه‌ای یزد
شمسی، انیس (دکترای چشم پزشکی)	کارشناس
صدرزاده روح الامینی، سید علی (فوق لیسانس مهندسی پزشکی)	مهندس طراح شرکت دانشمند
میرزاباقری، علی رضا (فوق لیسانس الکترونیک دیجیتال)	رئیس مرکز دیجیتال استان یزد
نارگانی بافقی، شهاب (لیسانس مهندسی الکترونیک)	کارشناس شرکت پارس معیار سنجش ایساتیس

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با سازمان ملی استاندارد		ب
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		ج
پیشگفتار		و
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	اصطلاحات و تعاریف	۱
۴	اصول راهنما	۱
۵	الزامات ارگونومیکی و توصیه‌ها	۲
۶	انطباق	۲۵
پیوست الف (اطلاعاتی) بازنگری سری استاندارد ISO 9241		۲۶
پیوست ب (اطلاعاتی) جذابیت یا کیفیت تصویر مورد نظر		۲۷
پیوست پ (اطلاعاتی) جنبه‌های کاربردپذیری نصب		۲۸
پیوست ت (االزامی) مفاهیم اساسی ادراک دیداری برای کنتراست و درخشندگی صفحه‌های نمایشگر الکترونیکی		۳۰
پیوست ث(اطلاعاتی) صفحه نمایشگر مجازی – اهداف عملکردی		۳۷
پیوست ج(اطلاعاتی) کتاب‌نامه منتخب (دسترسی به صفحه نمایشگر دیداری الکترونیکی)		۴۴
پیوست چ(اطلاعاتی) کتاب‌نامه		۴۶

پیش‌گفتار

استاندارد "ارگونومی تعامل انسان- سامانه - قسمت ۳۰۳: الزامات صفحه‌های نمایشگر دیداری الکترونیکی" که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد تهیه و تدوین شده است و در چهارصد و سی و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی پزشکی مورخ ۱۳۹۲/۱۱/۲۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهد شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ISO9241-303:2011, Ergonomics of human-system interaction —Part 303: Requirements for electronic visual displays

ارگونومی تعامل انسان- سامانه - قسمت ۳۰۳: الزامات صفحه‌های نمایشگر دیداری الکترونیکی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات و راهنما برای کیفیت تصویر صفحه‌های نمایشگر دیداری الکترونیکی است. این موارد، به صورت خصوصیات عملکرد و توصیه‌های عمومی - مستقل از فناوری، وظیفه و محیط – می‌باشد که شرایط دید راحت را برای کاربران با بینایی نرمال یا اصلاح‌شده، تضمین می‌کند.

این استاندارد برای موضوع دسترسی افراد ناتوان کاربرد ندارد. به هر حال، جوانب مربوط به بینایی سالمندان را دربر می‌گیرد و در برخی موارد، می‌تواند برای افراد مواجه با مسائل مربوط به اختلال بینایی، ارزشمند باشد. تعیین مشخصات ضروری برای دید نرمال، می‌تواند برای اندازه‌گیری شدت اختلال‌های بینایی متفاوت استفاده شود، که از این طریق می‌توان راه‌حل‌های مناسب را تشخیص داد.

یادآوری: علاوه بر کتاب‌نامه، پیوست ج، کتاب‌نامه‌ای منتخب از مدارک مربوط به نیازهای افراد دارای معلولیت از جمله افراد با دیدی ضعیف، رو به وخامت و یا نابینا را ارائه می‌دهد.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

درصورتی‌که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ISO 9241-302, Ergonomics of human-system interaction — Part 302: Terminology for electronic visual displays

2-2 ISO 9241-307, Ergonomics of human-system interaction — Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد ISO 9241-302 به کار می‌رود .

۴ اصول راهنما

برای داشتن یک تعامل مناسب انسان- صفحه نمایشگر، باید الزامات متفاوتی بصورت همزمان و با یک تعادل مناسب، فراهم شود. در راستای اهداف این استاندارد، این الزامات در قالب هشت محدوده عمده زیر گروه‌بندی می‌شوند:

- شرایط دید؛
- درخشندگی[1]؛
- محیط فیزیکی خاص؛
- مصنوعات دیداری[2]؛
- واضح وخوانا بودن؛
- خوانایی کدبندی اطلاعات؛
- خوانایی تصاویر؛
- درستی[3].

یادآوری- برای جذابیت تصویر روی صفحه نمایشگر دیداری، به پیوست ب مراجعه شود.

۵ الزامات ارگونومیکی و توصیه‌ها

۵-۱ شرایط دید

۵-۱-۱ کلیات

بسیاری از وظایف، نیازمند اقدام کاربر روی اطلاعات ارائه شده در صفحه نمایشگر دیداری الکترونیکی هستند. دیدن صفحه نمایشگر به گونه‌ای که این اطلاعات بتوانند به سرعت و بدون خطا و کوچک‌ترین تلاش، بالا آورده شوند، بسیار مهم است. شماری از شرایط مورد نیاز برای دیدن (اگرچه برای خودشان کافی نیست)، می‌تواند به منظور دید سریع، بدون خطا و زحمت، تعیین شوند. این شرایط به طراحی فاصله دید ، جهت و زوایای لازم برای چرخش سر و نگاه بیننده، مربوط می‌شوند.

فاصله دید و زاویه خط دید، باید با قابلیت تطبیق و همگرایی کاربر و تمرکز وی بر روی فواصل نزدیک، سازگار باشد.

۵-۱-۲ طراحی فاصله دید

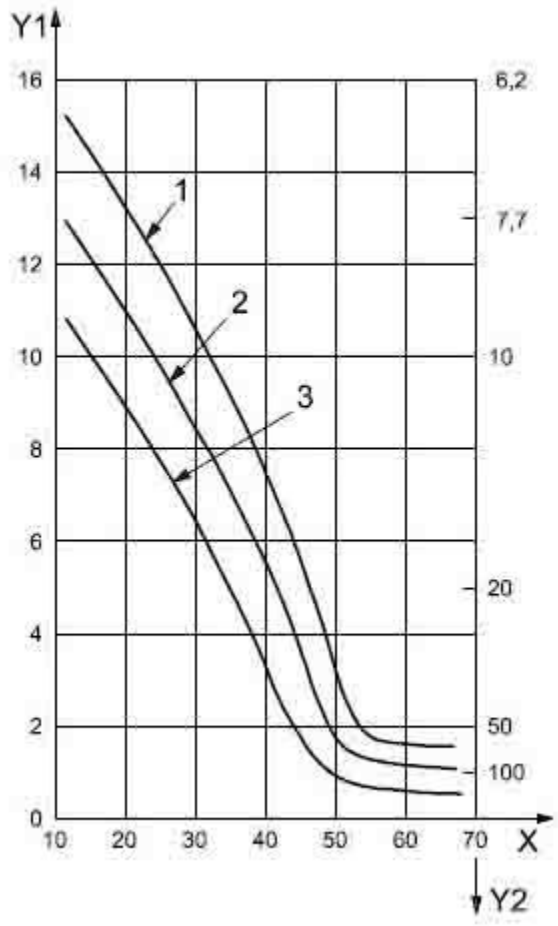
طراحی فاصله دید بسته به نوع کار و نوع صفحه نمایشگر دیداری الکترونیکی، نباید کمتر از ۳۰۰mm باشد، که این عدد حداقل فاصله دید راحت یا نزدیک‌ترین نقطه تا چشم برای بزرگسالان می‌باشد. یک رابطه معین فیزیولوژیک بین نقطه نزدیک و سن کاربر (شکل ۱) و نیز بین نقطه نزدیک و سطح درخشندگی می باشد، به هر حال، تفاوت های زیادی در این ارتباط وجود دارد.

فواصل دید کوتاه‌تر ۲۰۰mm تا ۳۰۰ mm را می‌توان در کودکان و نوجوانان مشاهده کرد که آنها را قادر می‌سازد جزئیات (مثلاً اجزای حروف) را کوچکتر از آنچه که می‌توانند در فواصل بزرگتر ببینند، مشاهده کنند. این امر نشان‌دهنده این است که جنبه‌هایی مانند درخشندگی، کنتراست[4] و وضوح[1] صفحه نمایشگر، بسیار کافی هستند.

1- Luminance
2- Visual artefacts
3- Fidelity
3- Contrast

با این حال، اغلب بزرگسالان مانند افراد مسن، صفحه‌های نمایشگر خود را در فاصله دید بزرگتری قرار می‌دهند، mm۳۰۰ و بیشتر.

برای صفحه‌های نمایشگر دیداری بزرگتر مانند صفحه‌هایی که در کارهای اداری استفاده می‌شوند، فاصله دید مطلوب بزرگتر است، معمولاً mm ۴۰۰ تا mm ۷۵۰ . در این فاصله، خستگی تطبیقی برای چشم‌ها، کمتر از فواصل دید کوتاه‌تر است، بعلاوه در فواصل دید بزرگتر، آزادی حرکتی بیشتری وجود دارد. برای کارهای ارائه [۲]یا پرزنت، فاصله دید مطلوب بزرگتر است (معمولاً ۱۰-۲ متر).



راهنما:

X	سن ، برحسب سال
Y1	پهنای تطبیق، بر حسب دیوپتر[۳]
Y2	نقطه نزدیک تطبیق ، بر حسب سانتی متر
1	حداکثر
2	میانگین
3	حداقل

شکل ۱ – محدوده تطبیق و نقطه نزدیک تطبیق، در ارتباط با سن کاربر

4- Sharpness
1- Projection
2- Dioptres

۵-۱-۳ طراحی جهت دید

برای کاربردهای عادی که کاربر سر خود را حرکت می‌دهد، یک صفحه نمایشگر باید از هر زاویه انحرافی تا حداقل ۴۰ درجه از حالت معمول تا سطح صفحه نمایشگر که در هر سطح اندازه گیری می‌شود، قابل خواندن باشد.

بسته به نوع وظیفه، مقادیر حدی دیگری امکان‌پذیر می باشند. برای نمونه، در وظایف نیازمند رعایت حریم خصوصی، مانند صفحه نمایشگری که در محیط‌های شلوغ استفاده می‌گردد، صفحه نمایشگر فقط بهتر است در حداکثر زاویه انحرافی برابر (۱۵تا۲۰) درجه، قابل‌خواندن باشد.

مثال: افراد استفاده کننده از صندلی چرخدار که می‌خواهند پول را از دستگاه خود پرداز بطور خصوصی دریافت کنند، مجبور هستند که صفحه نمایشگر ATM را از نقطه پایینتر ببینند. الزامات متناسب با آن‌ها می‌توانند از طریق صفحه نمایشگری که در حداکثر زاویه انحراف (۲۰-۱۵) درجه در سطح افقی و حداقل زاویه ۴۰ درجه در سطح عمودی قابل خواندن است، فراهم کرد.

یادآوری- بعضی از فناوری‌های صفحه نمایشگر، ویژگی‌های دیداری با خواص فیزیکی متفاوت را عرضه می‌کنند، بدین معنی که درخشندگی، کنتراست و رنگ با جهت دید تغییر می‌کند.

۵-۱-۴ زاویه کجی سر و دید[1]

برای یک محیط کاری نمونه با موقعیت قرارگیری تقریبا عمودی بالای بدن، محیط کار و صفحه نمایشگر دیداری بهتر است به کاربر اجازه دهد که صفحه را با زاویه دید (۴۰-۰) درجه و زاویه کجی سر (۲۵-۰) درجه ببیند.

یادآوری- این مقادیر زاویه، می‌تواند برای قابل تنظیم بودن، نیازمند چرخش صفحه نمایشگر باشد، به‌طوری که دید ایستاده (عمودی) بدست آید. علاوه بر این، ارتفاع صفحه نمایشگر (از کف) باید قابل تنظیم باشد.

۵-۱-۵ صفحه‌های نمایشگر برای تصاویر مجازی

ارگونومی صفحه‌های نمایشگر تصاویر مجازی در پیوست ث درنظر گرفته شده که مشخصات ارگونومیکی صفحه-های نمایشگر مشاهده غیرمستقیم[2] دو چشمی[3] را پوشش می‌دهد و مقادیر توصیه شده را ارائه می‌نماید.

۵-۲ درخشندگی

۵-۲-۱ کلیات

برای اینکه نمادهای اطلاعاتی بر روی صفحه نمایش دیداری قابل دیدن باشد، کنتراست و نور کافی پس‌زمینه لازم است. بنابراین نیاز می‌باشد تا پس‌زمینه صفحه و نمادها با درخشندگی و یا رنگ متفاوت مشخص شود.

در اغلب موارد محیط‌های نورانی نسبت به صفحه وجود دارند که بر درخشندگی و رنگ آن تأثیر می‌گذارند، بنابراین کنتراست بر روی صفحه با محیط نورانی تغییر می‌کند (برای صفحه‌های نمایشگر بازتابنده مانند کاغذ، کنتراست ایجاد شده توسط محیط نورانی برروی صفحه نمایش، یکنواخت است). از آنجا که نورانی بودن محیط

1- Gaze and head tilt angles
2-Non-see-through
3-Binocular

عموماً توسط کاربر قابل کنترل نمی‌باشد، لازم است وسایلی جهت تنظیم درخشندگی صفحه نمایشگر فراهم شود تا تعادل مناسب درخشندگی در گستره محیط‌های کاری بدست آید.

۵-۲-۲ شدت درخشندگی

تامین‌کننده تجهیزات، باید شدت درخشندگی صفحه طراحی شده را مشخص کند (*Es*).

یادآوری- اگر نرم‌افزار از رنگ‌ها استفاده می‌کند، مختصات رنگ پذیریشان[1]، v´ و u´ ، ممکن است به دلیل رنگ شدت درخشندگی صفحه طراحی تغییر کند.

۵-۲-۳ درخشندگی صفحه نمایشگر

در روشنایی محیطی که صفحه نمایشگر برای آن طراحی شده است، درخشندگی صفحه نمایشگر باید بیشتر از مقدار حداقل باشد تا در آن شناسایی کافی اطلاعات نمایش داده شده در گستره دید طرح و طول عمر مورد نظر واحد صفحه نمایشگر دیداری، به دست آید و تحت شرایط شب هنگام، بهتر است به قدری زیاد نباشد که انطباق تاریکی چشم کاربر را از بین ببرد.

پیوست ت توضیحی در مورد مفاهیم پایه کنتراست و درخشندگی در درک دیداری، ارائه می‌دهد. معادله (ت-۱۱) حداقل مقدار قسمت‌های روشن صفحه نمایشگر که درخشندگی قسمت‌های تاریک و بازتاب‌های تابشی به سطح صفحه نمایشگر را در بر می‌گیرد، را تعریف می‌کند.

مثال: برای یک کار اداری دارای شدت درخشندگی ۵۰۰ لوکس (بطور افقی) از کاغذ سفید با یک انعکاس ۸۰درصدی و پلاریته نمایش مثبت، اغلب توصیه می‌شود که درخشندگی صفحه نمایشگر در گستره (۱۵۰-۱۰۰) کاندلا بر مترمربع باشد.

۵-۲-۴ تعادل درخشندگی و خیرگی[2]

الف- درخشندگی متوسط برای نواحی کاری که بصورت مکرر دیده می‌شوند و از صفحه نمایشگر (کاغذی، پرده و غیره) استفاده می‌گردد، بهتر است بین ۰٫۱L و ۱۰ L باشد که L درخشندگی متوسط کل صفحه در کاربرد استفاده شده روی صفحه نمایشگر در جهت دید طرح می‌باشد. برای یک میدان دید بی حرکت، یک نسبت بالاتر درخشندگی متوسط فضا بین ناحیه کار و اطراف آن (برای نمونه دیوارهای اتاق) بالاتر از ۱:۱۰(یک به ۱۰) اثر مضری ندارد.

ب- طراحی صفحه نمایش دیداری و ناحیه مرئی اطراف محل قرارگیری محصول، نباید در تعامل با روشنایی محیط، باعث خیرگی مختل‌کننده شود. این موضوع به ویژه برای دید طولانی مدت در محیط‌های کار صدق می‌کند.

صفحه نمایش دیداری باید مطابق بند (۵-۴-۱۱) باشد (برای استانداردهای صفحه‌نمایش مبتنی بر دستور به استاندارد270 /EEC/ 90 مراجعه شود (به یادآوری ۴ مراجعه شود).

1 - Chromaticity coordinates
2- Glare

یادآوری۱- خیرگی توسط CIE(845-02-52) بدین صورت تعریف می‌شود: "شرایط دیداری که در آن ناراحتی یا کاهش توانایی در دیدن جزئیات یا اشیا وجود دارد و این شرایط توسط توزیع یا گستره نامناسب درخشندگی، یا کنتراست بیش از حد ایجاد شده است" (به پیوست ت مراجعه شود). بنابراین، خیرگی مختل‌کننده، شرایط دیداری است که در آن ناراحتی دیداری مختل‌کننده و/یا کاهش قابل توجه در توانایی دیدن جزئیات یا اشیا وجود دارد.

یادآوری۲- سطوح مواد ناخالص و مات برخلاف سطوح صیقلی و براق، خیرگی ندارند، این امر به جنبه‌های طراحی از قبیل شکل، رنگ، اندازه و شرایط نور محیطی بستگی دارد. با این حال در برخی موارد سطوح صیقلی دارای برتریهایی هستند. برای کاغذ چاپی و صفحه‌های نمایشگر از جمله صفحه‌های نمایشگر رنگی بازتابی، سطوح صیقلی و براق برای داشتن وضوح رنگ بالا ضروری است، این در حالی است که می‌توان از خیرگی ناخواسته ناشی از این سطوح، از طریق تغییر جهت کاغذ یا صفحه نمایشگر نسبت به منبع روشنایی محیطی، جلوگیری نمود.

یادآوری۳- در مواقع نگاه طولانی‌مدت به صفحه نمایشگر در محیط‌های کاری، هدف، ایجاد هماهنگی بین صفحه نمایش دیداری و محیط محصول با محیط پیرامونی و روشنایی مربوط به آن براساس استانداردهای ISO 8995-1 و ISO 9241-6 می‌باشد.

یادآوری۴- بند b از پیوست ۲ استاندارد270 /EEC/ 90، بیان می‌کند که "باید از طریق ایجاد هماهنگی بین چیدمان ایستگاه و محل کار با موقعیت مکانی و شرایط فنی منابع روشنایی مصنوعی، خیرگی و انعکاسهای ناشی از صفحه‌نمایشگر یا دیگر تجهیزات محل کار را به حداقل رساند".بند c از پیوست ۲ استاندارد فوق بیان می‌کند که "ایستگاه‌های کاری باید بگونه‌ای طراحی شوند که منابع روشنایی از قبیل پنجره‌ها و دیگر منفذها، دیوارهای شفاف و نورگذر و تجهیزات و دیوارهای با رنگ روشن، باعث ایجاد خیرگی مستقیم و انعکاس‌های آزاردهنده بر روی صفحه‌نمایشگر نشوند".

یادآوری۵- بحث خیرگی آزاردهنده بر روی سطوح دیداری صفحه‌های نمایشگر، از طریق بازبینی یا بهبود آتی این بخش از استاندارد ISO 9241 در حال بحث و بررسی می‌باشد.

۵-۲-۵ تنظیم درخشندگی

برای صفحه‌های نمایشگر بیرون دهنده، باید درخشندگی پس‌زمینه و/یا کنتراست بین حروف و پس‌زمینه آنها، براحتی توسط کاربر قابل تنظیم باشد. صفحه نمایشگر بیرون دهنده باید براحتی با شرایط درخشندگی بیش از حد که بعضاً در محیط‌های خاص رخ می‌دهد، قابل تنظیم باشد.

۵-۳ محیط های فیزیکی ویژه

۵-۳-۱ کلیات

راهنمایی‌های زیر در طراحی یک صفحه نمایشگر، که انتظار می رود در معرض شرایط محیطی شرح داده شده در بندهای (۵-۳-۲) تا (۵-۳-۴) قرار گیرد، بهتر است مدنظر قرار گرفته شود.

۵-۳-۲ ارتعاش

لرزش صفحه نمایشگر نسبت به سر و به طبع آن نسبت به چشم (یا بالعکس)، اثری آزاردهنده است که حتی می‌تواند عملکرد دیداری را کاهش دهد، زیرا

- لرزش، کنترل حرکت چشم در طول خواندن را از طریق سخت‌تر نمودن تشخیص هدف و جابجایی تصویر در طول وقفه تثبیت مختل می‌کند، درحالی‌که بایستی مرکز میدان بینایی تشخیص داده شود.

- کنتراست جزئیات ریز کاهش می‌یابد، چرا که نواحی در امتداد یک خط، میانگین درخشندگی هر دو قسمت خط را خواهند داشت و
- تغییر سریع تاریکی و درخشندگی در یک ناحیه از میدان بینایی، می‌تواند اثرات پرپر زدن[1] را ایجاد نماید.

شدت این اثرات به فرکانس و دامنه لرزش بستگی دارد. فرکانس‌های بالای ۰٫۵ Hz صفحه نمایشگر زمانی که دامنه آن بیشتر از مقدار آستانه باشند، مزاحم هستند. همچنین فرکانس‌های بالای ۶ Hz وقتی که دامنه آن بیشتر از مقدار آستانه باشد، مزاحم می‌باشند. از چنین فرکانس‌ها و دامنه‌هایی بهتر است جلوگیری شود. برای مثال به وسیله قراردادن صفحه نمایشگر در مواد تعدیل کننده مناسب.

۵-۳-۳ باد و باران

بادهای قوی، می‌توانند سبب لرزش اشیائی مانند صفحه‌های نمایشگر دیداری، زمانی که به اندازه کافی در معرض آن قرار بگیرند، شوند.

ریزش قطرات باران بر روی صفحه نمایش، تصویر نمایش داده شده را از شکل طبیعی می‌اندازد تا حدی که متن ناخوانا می شود.

صفحه‌های نمایشگر دیداری که ممکن است در محیط بیرون استفاده شوند، بهتر است به صورت مکانیکی از اثرات آب‌وهوایی حفظ گردند.

۵-۳-۴ دماهای بیش از حد

زمانی که محیط کار وسایل صفحه نمایشگر، جایی است که دما به صفر درجه سلسیوس یا مثبت ۴۰ درجه سلسیوس می‌رسد، کاربران بهتر است اقدامات احتیاطی را برای خود و تجهیزات انجام دهند تا مطمئن شوند کارهایشان را به صورت مناسب و امن به اتمام می‌رسانند. دماهای بیش از حد، بر عملکرد اغلب تجهیزات صفحه نمایشگر مثل مدارات الکترونیکی تاثیرات زیان‌آوری می‌گذارد و بنابراین بر راندمان کاربر در انجام کار موثر است. مشخصات ارائه شده از سوی تولیدکننده محصول را بررسی کنید تا گستره دمایی توصیه شده برای کار وسیله را بیابید. اگر شرایط محیطی، نزدیک یا خارج از محدوده‌های توصیه شده بود، صفحه نمایشگر و مدارات الکترونیکی مربوطه، باید به منظور عملکرد صحیح دستگاه‌ها، سرد یا گرم شوند تا در سطح دمایی داخل گستره مشخص شده توسط سازنده قرار گیرند.

۵-۴ مصنوعات دیداری

۵-۴-۱ کلیات

به طور ایده‌آل یک صفحه نمایشگر الکترونیکی دیداری، فقط اطلاعات مورد نظر با کیفیت بالا و به شکل متن، گرافیک‌ها یا تصاویر را نمایش می‌دهد.

1- Flicker

به‌هرحال معمولا فناوری صفحه نمایشگر، ایده‌آل نیست و تصاویر منعکس شده از جهان خارج، از جمله تصاویر ناخواسته ناشی از پدیده درک دیداری، سبب ایجاد مصنوعات دیداری می‌شوند، بدین‌معنی که اطلاعات ناخواسته با اطلاعات مورد نظر بر سر جلب توجه بیننده با یکدیگر رقابت می‌کنند.

۵-۴-۲ عدم یکنواختی درخشندگی

برای یکنواختی مورد نظر در درخشندگی صفحه نمایشگر، عدم یکنواختی درخشندگی در روشنایی محیط نباید به صورت تدریجی یا آرام، از مقدار آستانه برای کاهش عملکرد دیداری تجاوز کند. با ماکزیمم مقدار آستانه برابر یک، نسبت ۷ به یک در نظر گرفته می‌شود.

۵-۴-۳ عدم یکنواختی رنگ

زمانی که رنگ در سه محل در نمایشگر ارزیابی می‌شود، عدم یکنواختی آن نباید تفاوتی را در محتوای اطلاعات ایجاد کند. ماکزیمم تفاوت رنگ‌پذیری، باید مطابق جدول ۱ باشد.

جدول ۱- ماکزیمم تفاوت رنگ‌پذیری

$D_{active}/D_{design\ view}$	تفاوت رنگ پذیری $\Delta(u',v')$	
	نرم افزارهایی که رنگ را توسط مجموعه رنگ پیش فرض بکار می برند	هر نوع رنگ اولیه[a]
۰/۷۵ >	۰/۰۲	۰/۰۲
۰/۷۵ ≤	۰/۰۳	۰/۰۳
D_{active} : قطر محدوده فعال صفحه نمایش $D_{design\ view}$: فاصله دید طرح a : نگهای اولیه ، رنگ‌هایی مخلوط نشده بوده و عموما قرمز، سبز و آبی می‌باشند.		

یکنواختی رنگ، به چگونگی ثابت ماندن رنگ بر روی سطح صفحه نمایش اشاره دارد. بالعکس، عدم یکنواختی رنگ، چگونگی تغیرات رنگ بر روی سطح صفحه نمایش را مشخص می‌کند. عدم یکنواختی رنگ به‌وسیله حداکثر تفاوت رنگ (با استفاده از بعضی معیارهای قابل سنجش تفاوت رنگ) بین هر دو نقطه از صفحه نمایش مشخص می‌شود. چندین معیار استاندارد و مختصات تفاوت رنگ امروزه مورد استفاده قرار می‌گیرند و عبارتند از: cielab , cieluc,cie1931(x,y).

در این استاندارد از معیار تفاوت رنگ u´,v´ استفاده می‌شود.

۵-۴-۴ یکپارچگی کنتراست

یکپارچگی کنتراست در مواقعی که تشخیص درست یا ارائه اطلاعات به صفحه نمایش با ارائه صحنه یا الگوی مناسب وابسته است، دارای اهمیت می‌باشد. این عامل به صورت درصد بیان شده‌است: یکپارچگی کنتراست برابر ۱۰۰٪ (C_{min} / C_{max}) است که C_{min} و C_{max} به ترتیب بیانگر حداقل و حداکثر کنتراست از کنتراست نمونه ای بر

روی صفحه نمایش می‌باشند. (به استاندارد ISO 9241-305 مراجعه کنید). یکپارچگی کنتراست بهتر است حداکثر مقدار ممکن و متناسب با وظیفه کاربر باشد.

یادآوری- سه نوع عدم یکپارچگی کنتراست وجود دارد:

- تفاوت در کنتراست درخشندگی متوسط از مرکز صفحه نمایشگر تا لبه آن.
- تفاوت در حداکثر کنتراست اجزای نویسه (نقاط یا سرکش [1]آنها) در نقاط مختلف صفحه.
- تفاوت در حداکثر کنتراست اجزای نویسه (نقاط یا سرکش آنها) در درون یک نویسه.

آستانه تشخیص دیداری عدم یکپارچگی کنتراست بالاتر از آستانه تشخیص تفاوت قابل سنجش در عملکرد وظیفه است. این دو آستانه به عوامل زیر بستگی دارد:

- اندازه هدف؛
- حساسیت کنتراست کاربر؛
- وظیفه؛
- درخشندگی هدف، پس‌زمینه و اطراف آن.

راه‌های دیگری نیز برای بیان یکپارچگی کنتراست وجود دارد که ممکن است مفید باشد، مثل نسبت "کنتراست مورد نظر". از جمله کنتراست بین حروف متن و پس‌زمینه آنها تا کنتراست حاصل از عدم یکپارچگی کنتراست.

یک راه نشان دادن تأثیر عدم یکپارچگی کنتراست، استفاده از روش آزمون عملکرد کاربر است (به استاندارد ISO 9241-304 مراجعه شود). آزمون‌گران باید فرم‌هایی را به کاربران مورد نظر که احتمالاً از کاهش عملکرد رنج می‌برند، بدهند. در طول آزمون، بهتر است یکپارچگی کنتراست در صفحه نمایش بصورت عمدی تغییر داده شود.

۵-۴-۵ انحراف هندسی

برای ردیف‌ها یا ستون‌های متفاوت از متن، تفاوت طول نباید از یک درصد طول ستون یا متن تجاوز کند.

جابجایی افقی موقعیت یک نماد نسبت به موقعیت‌های نماد بالا و پایین آن، نباید بیش از ۵ درصد پهنای آن، تغییر کند.

۶-۴-۵ عیب‌های مربوط به صفحه‌ها و صفحه تخت

صفحه نمایشگر الکترونیکی بهتر است از عیوب مربوط به صفحه تخت [2]و صفحه نمایش، عاری باشد.

صفحه‌های نمایشگر مطرح شده بهتر است بدون خطاهای پیکسل باشند، وگرنه سازنده باید تعداد پیکسل‌ها یا و زیر پیکسل‌های معیوب را مشخص کند.[3]

بسته به نوع کار کاربر، عیوب صفحه نمایش و صفحه تخت یا نقص‌های پیکسل می‌توانند مختل‌کننده باشند و منجر به کاهش عملکرد در سرعت خواندن و خطای مربوط به خواندن یا کاهش درک یک تصویر و ناراحتی

1- Dots or strokes

2 - Faceplate

۳- همانطور که در استاندارد ISO 9241-302 تعریف شده است و شامل هر دوی پیکسل های معیوب و زیر پیکسل ها می شود.

دیداری شوند، و یا ممکن است اطلاعات نادرست را در تصاویر و محتوای اطلاعاتی آنها ارائه کنند که این امر منجر به تفسیر نادرست محتوای نمایش داده شده می‌گردد. جنبه‌های زیبایی و جذابیت می‌تواند بر پذیرش کاربر راجع به محتوای نمایش داده شده در موارد بروز نقص به خوبی تاثیر بگذارد.
بنابراین عیوب صفحه نمایش و صفحه تخت یا نقص پیکسل باید از نقطه نظر ارتباطشان با موارد زیر آزمایش شوند:
الف- عملکرد ارگونومیکی
ب- پذیرش توسط کاربر در مورد وظایف محول شده به آنها.
اگر صفحه نمایشگر مورد نظر، معیار عملکرد ارگونومیکی از نظر عیوب پیکسل را برآورده می‌کند، این عیوب سرعت خواندن را کاهش و تعداد خطاهای خواندن را افزایش نخواهند داد و یا سبب علائم ناراحتی دیداری مانند قرمزی، زخم، خارش یا آبریزش چشم‌ها، سردردها یا تیرکشیدن‌ها [1] و دردهای مرتبط با وضعیت نامناسب بدن، نخواهند شد.
اگر یک صفحه نمایشگر الکترونیکی معیار پذیرش برای عیوب پیکسل را در دسته‌های مشخص شده عیب برآورده کند، این عیوب پیکسل احتمالا سبب برداشت‌های غلط یا پذیرشی ناکافی توسط کاربران مربوط به وظایف در نظر گرفته شده، نخواهد شد.

یادآوری- اگر یک صفحه نمایشگر الکترونیکی دارای عیوب پیکسل باشد، علاوه بر تعداد این عیوب، اندازه صفحه نمایشگر و پیکسل‌ها، اطلاعات مورد نمایش، وظیفه کاربر، نحوه قرارگیری پیکسل و زیرپیکسل معیوب روی صفحه نمایشگر و غیره نیز از عوامل دارای اهمیت هستند. سطح الزامات ارگونومیکی کامل در این استاندارد تعریف نمی‌شود. بنابراین یک صفحه نمایشگر در هر کلاس عیب (صفر، یک، دو، سه و چهار) بسته به محتوای مورد استفاده، می‌تواند عملکرد ارگونومیکی و سطح الزامات و راحتی دید را برآورده کند. تحقیقات در زمینه روشن کردن این موضوعات ادامه دارد و در اصلاحیه‌های آتی این استاندارد مدنظر قرار می‌گیرد.

۵-۴-۷ بی ثباتی زمانی (پرپرزدن [2])

ناحیه کلی تصویر باید برای ۹۰ درصد جمعیت کاربر بدون پرپرزدن باشد.
پرپرزدن، درک تغییرات موقتی خارج از انتظار درخشندگی صفحه نمایشگر در یک گستره فرکانس چند هرتز تا فرکانس بحرانی پرپرزدن است. این تغییرات خارج از انتظار می‌تواند بر روی راحتی و عملکرد کاربر اثرگذار باشد. فرکانس بحرانی پرپرزدن (CCF) فرکانسی است که بالاتر از آن، پرپرزدن توسط کاربر ادراک نمی‌شود. ادراک پرپرزدن با افزایش درخشندگی و اندازه صفحه نمایشگر افزایش می‌یابد.

یادآوری۱- چشم نسبت به پرپرزدن در میدان دید جانبی نسبت به میدان دید مرکزی، حساس‌تر است.

یادآوری۲- فرکانس بحرانی با سن (عامل بین فردی) یا خستگی (عامل درون فردی) و مدت زمان در معرض بودن کاهش می یابد.

۵-۴-۸ بی ثباتی فاصله (جیتر [3])

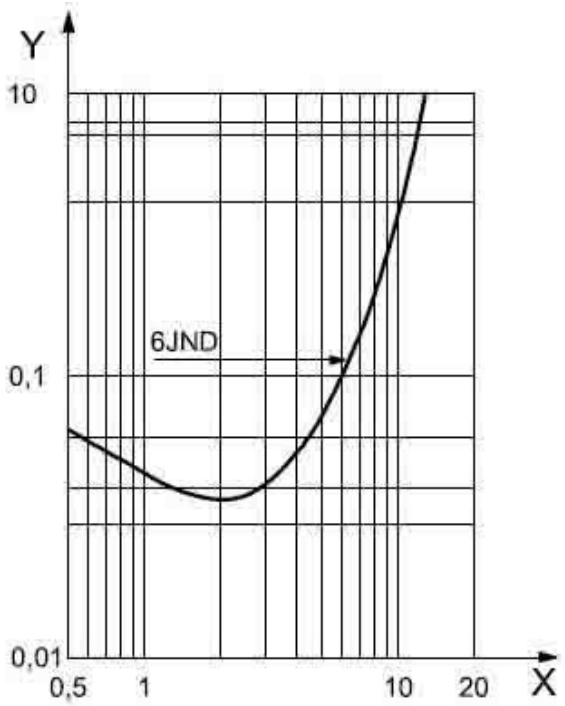
1- Aches
2- Flicker
3- Jjitter

تصویر باید بدون جیتر در محیط صفحه نمایشگر مورد نظر باشد.
این امر می‌تواند با اطمینان از اینکه تغییرات پیک تا پیک در مکان هندسی اجزای تصویر از ۰٫۰۰۰۱ میلیمتر در هر میلیمتر از فاصله دید طراحی برای گستره فرکانسی ۰٫۵هرتز تا ۳۰ هرتز تجاوز نمی کند، بدست آید.

۵-۴-۹ اثرات موير[1]

موير یک تصویر منظم اضافه شده به تصویر موردنظر است. به‌دلیل آن‌که تصویر یک الگوی ساختار یافته می‌باشد، اغلب به‌راحتی توسط کاربر آشکار می‌شود.
الگوهای موير پدیده تداخل طبیعی هستند. آنها می‌توانند به شکل دیپل، موج و تغیرات شدید که بر روی تصویر صفحه اضافه می‌گردند، دیده شوند.
الگوهای موير برای صفحه‌های نمایشگر رنگی، که مشابه نویزهای متفاوت که بر ناحیه تصویر صفحه قرار می-گیرند می‌باشند، بهتر است بیش از حد JND ۶ (تفاوت قابل توجه) مدولاسیون در فرکانس ناحیه‌ای آنها نباشند.
الگوی موير با فرکانس مکانی و مدولاسیون بالاتر از منحنی در شکل ۲، پیش بینی می شود که از JND ۶ تجاوز کند و بنابراین به‌وضوح دیده می‌شود.
برای به حداقل رساندن تشخیص الگوهای موير توسط کاربران، فرکانس مکانی پایه و مدولاسیون یک صفحه نمایشگر رنگی بهتر است زیز منحنی نمایش داده شده در شکل ۲ باشد.

1- Moiré



راهنما :

X فرکانس مکانی، برحسب سیکل در درجه

Y کنتراست

JND فقط تفاوتهای قابل ملاحظه

شکل ۲ – آستانه دید الگوهای موير

۵-۴-۱۰ سایر بی‌ثباتی‌ها

صفحه‌های نمایشگر دیداری الکترونیکی می‌توانند میزان درخشندگی موقتی و مکانی ناخواسته مانند«talkCroos» یا «swim» را نشان دهند. علاوه بر الزامات مشخص شده در بندهای(۵-۴-۶)، (۵-۴-۷) و(۵-۴-۸)، بهتر است از دیگر معیارهای لازم برای طراحی ارگونومیکی آنها نیز برای به حداقل رساندن تغییرات موقتی یا مکانی ناخواسته که از آستانه آشکارسازی دیداری تجاوز می‌کنند، استفاده شود.

مهم است که ابتدا مفهوم کاربردی تأیید یا عدم تأیید آستانه آشکارسازی که مورد تخطی قرار می‌گیرد آنالیز شود. مصنوعات بسیاری وجود دارند که قابل مشاهده‌اند اما در فاصله دید واقعی قرار ندارند مانند یک ذره‌بین.

مثال: در بحث فنی، یک صفحه نمایشگر می‌تواند جیستری را نشان دهد که به قدری از لحاظ مکانی کوچک باشد که با چشم غیر مسلح در فاصله دید عادی تشخیص داده نشود. از نقطه نظر ارگونومی، یک صفحه نمایشگر زمانی عاری از جیستر است که در فاصله دیداری استفاده می‌شود. به‌هرحال این جیستر بر روی کنتراست خطوط نازک اثر دارد. بنابراین از نقطه نظر ارگونومی نتیجه این خواهد شد که صفحه نمایشگر، کنتراست را در خطوط نازک کاهش داده است که دلیل فنی آن جیستر می‌باشد. ضروری بودن یا نبودن اقدام اصلاحی به درجه کاهش کنتراست بستگی دارد که می‌تواند از طریق کاهش یا حذف جیستر این اقدام اصلاحی صورت پذیرد.

۵-۴-۱۱ انعکاس های ناخواسته

از انعکاس‌های ناخواسته و یا مزاحم که کنتراست را کاهش می‌دهد باید جلوگیری شود. در صورت لزوم، صفحه نمایشگر باید رفتار ضد انعکاس و یا ضد خیرگی داشته باشد. انعکاس‌های غیرقابل اجتناب باید تا حد ممکن کوچک باشند.

انعکاس‌های مخفی[1]، از منابع نور محیطی (روشنایی‌ها، لامپ‌ها، پنجره‌ها و غیره) بر روی صفحه نمایشگر، انعکاس‌های ناخواسته هستند. این انعکاس‌ها کنتراست و در نتیجه خوانا بودن اطلاعات نمایش داده شده را کاهش می‌دهند. اغلب آنها سبب خیرگی می‌شوند که منجر به عدم راحتی یا ناتوانی کاربر در تشخیص اطلاعات می‌گردد. بسته به نوع پایانه صفحه نمایشگر دیداری، انعکاس‌ها می‌تواند یکی از انواع زیر یا ترکیبی از آنها باشند:

۱- لامبرتین[2] (در درخشندگی منعکس شده به صورت ثابت در همه جهات)- کاغذ فتوکپی، نمونه خوبی از منعکس‌کننده لامبرتین است.

۲- انعکاس مخفی (شبیه آینه)، یک تصویر مشخص از منبع روشنایی مرئی است.

۳- ابهام[3] (پدیده بازتاب آینه‌ای، اما تصاویر به واسطه پراکندگی نور، بیشتر یا کمتر محو می‌شوند)- منابع نور کوچک منعکس شده توسط شیء مبهم به صورت یک دایره تیره نامشخص از نور اطراف سمت آینه‌ای مشاهده می‌شوند.

1- Specular
2- Lambertian
3- Haze

انعکاس‌های لامبرتین، کنتراست اطلاعات نمایش داده شده از طریق روشن نمودن وضعیت تاریک را کاهش می‌دهند. انعکاس‌های آینه‌ای به‌واسطه تمرکز مکرر چشم میان اطلاعات نمایش داده شده در صفحه و تصویر منبع نور، اغلب ناخوشایند هستند. این تمرکز پیوسته دلیل این است که مردم انعکاس لامبرتین را کمتر از تصویر منعکس شده از بعضی درخشندگی‌های مشابه می‌دانند. تصاویر مشخص از منابع نور می‌تواند به‌قدری روشن باشد که اطلاعات نمایش داده شده، قابل مشاهده و تفسیر نباشند.

یادآوری۱- صفحه‌های نمایشگر با یک محافظ شفاف یا CRT (لامپ اشعه کاتدی) و صفحه‌های نمایشگر پلاسما به خوبی می‌توانند توسط اجزای انعکاس آینه‌ای و لامبرتین تجهیز شوند. توصیف یکسانی که مؤلفه انعکاس مبهم را در نظر نمی‌گیرد، منجر به خطاهای مهمی در ارزیابی صفحه‌های نمایشگر که دارای مولفه‌های غیرپنهان می‌باشند، می‌شود.

یادآوری۲- برای نمونه صفحات مانیتور ال‌سی‌دی(صفحه نمایشگر کریستال مایع) فقط مولفه‌های انعکاس مبهم با وسعت متغیر از توزیع شدت نور منعکس شده را شامل می‌شود. در این مورد مولفه‌های لامبرتین و آینه‌ای می تواند نادیده گرفته شود.

یادآوری۳- بسیاری از کاربران، نوع انعکاسی را که تصویر مشخص را نسبت به انعکاس پراکنده از همان درخشندگی ایجاد می‌کند، دارای ایراد بیشتری می‌دانند.

۵-۴-۱۲ اثرات گودی[1] ناخواسته

رنگ‌های شدید که اثرات گودی ناخواسته را ایجاد کند، نباید برای تصاویری که به صورت پیوسته دیده یا خوانده می‌شود ارائه گردد.

۵-۵ روشن و خوانا بودن

۵-۵-۱ کلیات

برای صفحه‌های نمایشگر دیداری الکترونیکی، ارائه کردن حروف و نمادهای واضح برای متن‌های قابل خواندن یکی از مهم‌ترین موضوعات است. ویژگی‌ها و الزامات، در بندهای (۵-۵-۲) تا (۵-۵-۱۱) شرح داده شده است.
افراد مسن‌تر اثرات پیچیده‌ای از سن را بر روی دید چشمانشان تجربه می‌کنند که همه این اثرات شناخته شده نمی‌باشند. این اثرات، به صورت ویژه، توصیه‌های مربوط به کنتراست درخشندگی (۵-۵-۵)، قطبیت تصویر (۵-۵-۳) و ارتفاع نویسه (۵-۵-۵) را تحت تأثیر قرار می‌دهند. نتیجه این اثرات بدین صورت خلاصه می‌گردد که افراد مسن از درخشندگی پس‌زمینه پایین و کنتراست پایین و اندازه حروف کوچک دوری می‌کنند.

۵-۵-۲ کنتراست درخشندگی

در روشنایی محیط برای یک صفحه نمایشگر طراحی شده، حداقل کنتراست درخشندگی جزئیات نویسه داخل یا بین حروف، که به خوانا بودن و واضح بودن مربوط می‌شود، باید مطابق با مقادیر به دست آمده از شکل (د- ۳) باشد.
برای مثال نرم‌افزارهایی با درخشندگی صفحه نمایشگر $۲۰ cd/m^2$ و با در نظر گرفتن تمام انعکاس‌های صفحه نمایشگر، باید حداقل مقادیر کنتراست cx=۰٫۵ (مدلاسیون کنتراست) یا Cr =۳٫۱ (نسبت کنتراست) باشد.

1- Depth effects

برای عملکرد دیداری خوب و خواندن راحت به ویژه در دوره‌های زمانی طولانی، بهتر است عمق مدولاسیون و کنتراست درخشندگی ترجیحاً به ترتیب بزرگتر از ۰/۵ یا ۱: ۳ باشد. این امر به ویژه برای کاربران مسن‌تر به ویژه بالای ۸۰ سال مهم است.

پیوست د ، مفاهیم پایه کنتراست و درخشندگی در درک دیداری را که منجربه معادله (د -۸) می‌شود، شرح می‌دهد.

۵-۵-۳ قطبیت[1] تصویر

حروف تاریک در پس‌زمینه روشن‌تر (قطبیت تصویر مثبت) یا حروف روشن در پس‌زمینه تاریک‌تر (قطبیت تصویر منفی) قابل‌پذیرش است. اگر صفحه نمایشگری قطبیت‌های مثبت و منفی را فراهم کند، باید تمام الزمات این استاندارد برای هر قطبیت تصویر را برآورده نماید.

یادآوری- برای بیشتر کارها قطبیت مثبت برتری دارد. مزایای آن بدین شرح است :

۱- کاهش انطباق روشن به تاریک چشم ؛

۲- خستگی چشم کمتر؛

۳- بهبود وضوح و خوانا بودن، تشخیص بهتر حروف در روشنایی یکسان؛

۴- آشکارسازی کمتر انعکاس های ناخواسته؛

۵- خوانا بودن بهتر جهت افراد مسن؛

۶- در اغلب موارد، درخشندگی صفحه نمایش در توازن با دیوارهای روشن اتاق.

به هر حال بسیاری در مردم با دید کم، قطبیت منفی را ترجیح می‌دهند.

۵-۵-۴ ارتفاع نویسه

حداقل ارتفاع نویسه‌های لاتین باید ´۱۶کمان[2] باشد. لازم است که سامانه توانایی ایجاد نویسه‌ها با ارتفاع ´۲۰ تا ´۲۲ کمان را داشته باشد. نویسه‌های ژاپنی باید حداقل ارتفاع ´۲۰ کمان را داشته باشند. برای اغلب کارها ارتفاع نویسه‌ها از ´۲۰ تا ´۲۲ برای نویسه‌های لاتین و از ´۲۵ تا ´۳۵ کمان برای نویسه‌های ژاپنی توصیه می‌شود.

عامل محدود کننده ی نهایی برای خوانا بودن سامانه، بینایی انسان است. تنها نویسه‌هایی که به صورت شکسته با ارتفاع کافی تصویر شده باشند، در شبکه به خوبی خوانده می‌شود. کافی بودن ارتفاع، به کیفیت صفحه نمایشگر و متن نمایش داده شده بر روی آن، سن خواننده و وظیفه خواندن بستگی دارد. برای یک صفحه نمایشگر دیداری ایده‌آل مانند آن چیزی که در کاغذ چاپ شده بدست می‌آید، حداقل ارتفاع نویسه ´۱۰ تا ´۱۲ کمان است. صفحه‌های نمایشگر الکترونیکی موجود در بهترین حالت، فقط نزدیک صفحه نمایشگر ایده‌آل هستند. عوامل محدود کننده شامل چگالی پیکسل یا تفکیک‌پذیری، کنتراست و ماتریکس و فونت نویسه‌ها و فاصله دید می‌باشد.

1- polarity
2- Arc

برای نرم‌افزارهایی که خوانا بودن به کار وابسته است، نویسه‌های کوچکتر ممکن است استفاده شود (برای نمونه برای پانویس‌ها، زیرنویس‌ها، بالانویس ها). برای نویسه‌های لاتین ارتفاع نویسه‌ها بهتر است بیش از ´۱۰ کمان باشد، مگر اینکه کاهش خوانایی قابل قبول باشد (به عنوان مثال هنگام نمایش دید کلی صفحه) .

برای نرم‌افزارهایی که برای گروه خاصی از کاربران، عموماً افراد جوان طراحی شده است، ارتفاع ´۱۱ کمان با فاصله دید ۲۵۰mm مقدار بزرگی از اطلاعات را قابل خواندن می‌سازد، مانند برنامه زمان‌بندی کار بر روی صفحه نمایش یک وسیله که در دست نگه داشته می شود. چنین کاربرانی می‌توانند این اطلاعات را بخوانند و به هم ملحق کنند، چراکه اولاً، چگالی پیکسل صفحه نمایشگر حداقل ۲۰۰ پیکسل در اینچ است، ثانیاً، کنتراست میان نویسه‌ها و پس‌زمینه ۱ :۳ یا بالاتر است (بسته به نوع تکنولوژی) و ثالثاً، عرض به ارتفاع ماتریکس نویسه حداقل ۷×۹ است. به‌هرحال نرم‌افزار بهتر است این قابلیت را داشته باشد تا برای کاربرانی با توانایی بینایی کمتر از گروه خاص ذکر شده، نویسه‌ها به صورت بزرگتر قابل مشاهده باشند ، حتی اگر اطلاعات به صورت تکه‌های کوچک خوانا بر روی صفحه نمایش باشد.

ارتفاع نویسه‌های کوچکتر بدون بالارونده و پایین‌رونده بهتر است تقریباً ٪۷۰ ارتفاع کاراکتر (با نویسه‌های بزرگ بدون بالارونده) باشد. در مواردی که خوانا بودن مهم است، حد بالای ارتفاع نویسه بهتر است ´۳۰ اینچ باشد.

کاربران مسن، به دلیل اینکه بخشی یا همه قدرت تطابق خودشان را از دست داده‌اند، برای فواصل دید کوتاه نیاز به استفاده از عینک دارند. برای فاصله دید ۲۵cm استفاده از عینک جهت خواندن از ۳۵ سالگی مورد نیاز است. به هر حال اثر منفی تشخیص نویسه‌هایی که به صورت شکسته (تیتر) بر روی شبکه چشم تصویر نمی‌شوند، می‌تواند به‌وسیله افزایش کنتراست به میزان مشخص جبران شود. علاوه بر این حساسیت کنتراست و بنابراین تشخیص نویسه با افزایش درخشندگی پس‌زمینه افزایش می‌یابد. به‌هرحال در موقعیت‌هایی مانند محیط‌های بیرونی که مردم فوراً به عینک دسترسی ندارند، استفاده از نویسه‌هایی که خیلی کوچک نیستند، بلندتر از´۱۶ کمان، برای صفحه‌های نمایشگر مانند تلفن های عمومی، گوشی های همراه یا کمک‌کننده های دیجیتالی به فرد (PDA)، توصیه می‌شود.

یادآوری۱- صفحه‌های نمایشگر الکترونیکی کوچک یا خیلی کوچک مانند نمایشگرهای استفاده شده در PDA یا تلفن‌های همراه، معمولا در فاصله‌ای کوچک به نقطه نزدیک [1]، جایی که عدسی‌های چشم به صورت حداکثری خود را منطبق می‌کنند، خوانده می‌شوند (نویسه‌ها با ارتفاع ۱٫۴mm زیرنویس ´۱۶ کمان در فاصله دید ۳۰۰mm). حفظ چنین تطابق قوی برای یک زمان قابل‌ملاحظه می‌تواند فوق العاده باشد. اگر از نویسه‌های بزرگتر که در فاصله دید بیشتر می‌توانند خوانده شوند استفاده گردد، به این انطباق بلندمدت نیازی نیست.

یادآوری۲- برای مجموعه نویسه‌های غیر از لاتین و ژاپنی، مانند عربی، چینی و کره ای ، همان‌طور که در استاندارد ISO/IEC 10646 بیان شده است، ارتفاع مناسب نویسه‌ها باید مشخص گردد.

1- Near point

۵-۵-۵ ثبات اندازه متن

اگر پایداری انجام متن برای انجام کار مهم باشد، ارتفاع و پهنای یک نویسه مشخص از یک قلم مشخص نباید بیش از ۵ درصد ارتفاع آن مجموعه نویسه تغییر کند مگر جایی که آن بر روی سطح صفحه نمایشگر ارائه گردد.

مثال: تفاوت میان اندازه قلم ۱۰ و ۱۱ ، به‌صورت ۱۱ پیکسل و ۱۲ پیکسل ارائه می‌گردد. در خواندن یک متن اولیه چک‌نویس ،کاربر می‌خواهد حروف اشتباهی تایپ شده در اندازه قلم ۱۱ را در وسط یک متن با اندازه قلم۱۰ پیدا کند، تفاوت میان ۱۱ پیکسل و ۱۲ پیکسل ، ۹ درصد است. اگر پایداری اندازه قلم متن به طور شفاف بهتر از ۹ درصد نباشد، انجام کار سخت یا غیرممکن است. در صفحه‌های نمایشگر دیجیتال که توسط سیگنال‌های آنالوگ تغذیه می‌گردند و جایی که تفکیک‌پذیری سیگنال ورودی با تفکیک‌پذیری صفحه نمایشگر دیجیتال متفاوت است، اندازه قلم به واسطه تبدیل آنالوگ به دیجیتال، با دقت۱ ± درصد ارائه می-شود.

۶-۵-۵ عرض سرکاف[1] روی نویسه

برای نویسه‌های سرچشمه گرفته از لاتین باید در گستره ده تا هفده درصد ارتفاع نویسه باشد.

یادآوری- مقادیر کمتر از این گستره می‌تواند باعث داشتن یک نویسه با کلاه عمودی خیلی باریک (پاعنکبوتی) شود .

۷-۵-۵ نسبت پهنا به ارتفاع نویسه

برای ملاحظاتی مانند طول خط و فاصله‌گذاری مناسب، نسبت پهنا به عرض باید در گستره ۱: ۰٫۵ تا ۱ :۱ باشد. برای خوانایی و وضوح بهتر، نسبت پهنا به ارتفاع ۱: ۰٫۷ تا ۱: ۰٫۹ توصیه می‌گردد.

۸-۵-۵ قالب نویسه

موارد ذیل برای حروف لاتین قابل کاربرد می‌باشد:

- ماتریس نویسه ۹×A۷ (پهنا به ارتفاع) باید برای کارهایی که نیاز به خواندن پیوسته متن دارد یا جایی که خوانایی حروف الفبا به صورت تکی جهت انجام کار مهم باشد، مانند خواندن یک متن اولیه چک‌نویس، به صورت حداقل استفاده گردد. ماتریس نویسه ۷×A۵ فقط برای نمایش عدد و نویسه‌های بزرگ، باید به صورت حداقل استفاده گردد.

- اگر تفکیک‌کننده[2]ها بکار برده شوند، ماتریس نویسه باید حداقل دو پیکسل به سمت بالا افزایش داشته باشد .اگر نویسه‌های کوچک استفاده گردد، ماتریس نویسه باید به سمت پایین حداقل دو پیسکل افزایش داشته باشد تا تطبیق پایین‌رونده هایی از زیرنویس‌های نویسه‌های کوچک انجام گردد.

- برای ماتریس با چگالی بالا ، تعداد پیکسل استفاده شده جهت تفکیک‌کننده‌ها، بهتر است از طرح‌های مرسوم برای متن پرینت شده پیروی کند. ماتریس نویسه ۵×A۴ برای بالانویس‌ها و پایین‌نویس‌ها و برای شمارنده‌ها و تقسیم بخش‌های نشان داده شده موقعیت یک نویسه تکی، باید به صورت حداقل استفاده گردد. یک ماتریس ۵×A۴ همچنین برای اطلاعات الفبایی که مربوط به کار کاربر نمی‌شود، استفاده می‌شود مانند اطلاعات کپی رایت .

1- Stroke
2- Diacritics

برای نویسه‌های ژاپنی یک ماتریس حداقل با عناصر ۱۱×۱۱ توصیه می‌گردد، در حالی‌که یک ماتریس با عناصر ۱۵×۱۵ ترجیح دارد .

۵-۵-۹ فاصله‌گذاری بین نویسه

برای فونت‌های نویسه‌های بدون سریفس[1]، فاصله‌گذاری بین نویسه، باید برای حداقل پهنای یک نویسه یا یک پیکسل باشد. اگر نویسه‌های سریفس را داشته باشند فاصله‌گذاری بین نویسه باید حداقل برای یک پیکسل میان سریفس و نویسه‌های مجاور باشد. برای دیگر نمایش‌های متنی، فاصله‌گذاری افقی بهتر است در گستره ۱۵درصد تا ماکزیمم ۶۰ درصد پهنای نویسه باشد .

۵-۵-۱۰ فاصله‌گذاری بین کلمه

حداقل تعداد پیکسل‌های میان کلمات باید برابر تعداد پیکسل‌ها در پهنای یک نویسه بزرگ غیرصدادار H باشد. تعداد پیکسل‌های پهنای نویسه N باید برای قلم‌هایی که نسبتاً فاصله‌دار هستند، استفاده گردد.

۵-۵-۱۱ فاصله‌گذاری بین خط

برای کارهایی که نیاز به خواندن مداوم متن دارد، حداقل یک پیکسل یا پهنای افقی سرکاف نویسه باید برای فاصله‌گذاری میان خطوط متن استفاده شود. این ناحیه بهتر است شامل بخش‌هایی از نویسه‌ها، جداکننده‌ها یا خط‌های کشیده شده زیر متن نباشد.

۵-۶ واضح بودن کدبندی اطلاعات

۵-۶-۱ کلیات

یک مفهوم خاص که به اطلاعات نمایش داده شده بر روی صفحه، با کدبندی، پیوست می‌گردد ، می‌تواند از بقیه اطلاعات نمایش داده شده ، متمایز گردد. درخشندگی، رنگ، شکل نماد و میزان چشمک‌زدن[2]، تماما می‌توانند برای این کدبندی استفاده شود .

۵-۶-۲ کدبندی درخشندگی

ناحیه کدبندی شده درخشندگی فقط باید در درخشندگی صفحه نمایشگر نسبت به دیگر بخش‌ها و با حداقل نسبت ۱ : ۱٫۵ متفاوت باشد. کدبندی توسط درخشندگی شامل شرایط روشنایی محیط مورد نظر و زوایای دید طرح می‌شود.

یادآوری- قبلاً در استاندارد ISO 9241 عبارت کدبندی درخشندگی مطلق استفاده شده است. تمامی الزامات قبلی مربوط به کدبندی درخشندگی مطلق، توسط این زیربند پوشش داده می‌شود.

۵-۶-۳ کد گذاری چشمک زدن

درجایی‌که کدبندی چشمک‌زدن به تنهایی برای جلب توجه استفاده می‌گردد، فرکانس چشمک‌زدن از ۱ تا ۳ هرتز با سیکل‌کاری ۵۰ درصد توصیه می‌شود. درجایی‌که خوانا بودن در طول چشمک‌زدن نیاز می‌باشد، میزان

1- Serifs
2- Blink

چشمک‌زدن ۰٫۳۳ هرتز تا ۱هرتز با سیکل‌کاری ۷۰ درصد توصیه می‌گردد. بهتر است خاموش کردن چشمک-زدن کرسر (مکان نما) [1]ممکن باشد.

یادآوری- حداکثر ۳هرتز برای حفاظت فرد در برابر حملات صرع ناشی از حساسیت نوری مورد نیاز است.

۵-۶-۴ کدبندی رنگ

به دلیل وضوح تفاوت رنگ‌ها، کدبندی رنگ وسیله‌ای قوی جهت الحاق بار معنایی به اطلاعات هدف می‌باشد. رنگ‌های استفاده شده برای کدبندی بهتر است به‌آسانی قابل‌تمایز باشد. هررنگ استفاده شده برای محوکردن اطلاعات فقط بهتر است یک مفهوم اطلاعاتی را ارائه کند. برای مثال رنگ قرمز برای همه پیغام ها وضعیت یا موقعیت خطرناک رانشان دهد. کدبندی رنگ بهتر است به صورت ثابت در کل سامانه استفاده گردد. وگرنه با در-هم‌ریختگی، رنگ ارزش خود را از دست می‌دهد .رنگ بهتر است تنها وسیله کدبندی نباشد و بهتر است با دقت استفاده گردد، زیرا ۸ تا ۱۰ درصد جمعیت مردان دچار کوررنگی[2] هستند، بدین‌معنی که رنگ‌ها را به‌طور صحیح نمی‌بینند. بعضی از اشکال افزونگی[3] در کدبندی بهتر است استفاده گردد.

۵-۶-۵ کد گذاری هندسی

کدبندی هندسی نوع خاصی از کدبندی گرافیکی می‌باشد. تشخیص کلاس‌های متفاوت اطلاعات در یک گراف می‌تواند از طریق استفاده از اشکال هندسی مانند مثلث یا دایره تسهیل گردد. این اشکال بهتر است به آسانی قابل‌تشخیص باشند، بدین معنی که تعدادشان بهتر است محدود باشد.

یادآوری – برای اطلاعات بیشتر درباره کدبندی به استاندارد ISO 9241-12 مراجعه شود.

۵-۷ واضح بودن گرافیک‌ها

۵-۷-۱ کلیات

اطلاعات می تواند توسط نمادهای گرافیکی ارائه گردد. آن‌ها می‌توانند ساختارهای گرافیکی مانند دایره‌ها و مربع‌ها یا ساختارهای پیچیده‌تر که عموماً «آیکون[4]» نامیده می‌شود، باشد. ساختارهای گراف به‌صورت خطوط مستقیم یا انحراف‌دار نیز می‌تواند حاوی اطلاعات باشند. اگر نمادهای گرافیکی وگراف‌ها به‌صورت کافی بر حسب اندازه ، رنگ و کنتراست، واضح باشند، این اطلاعات می‌تواند توسط کاربر قابل دستیابی باشد.

۵-۷-۲ اندازه شی تک رنگ و چند رنگ

آیکون‌ها بهتر است به گونه‌ای طراحی شوند که به آسانی قابل‌تشخیص، تمایز و درک باشند.
آیکون‌ها بهتر است به گونه‌ای باشند که گرافیک آیکون، عملکرد آیکون را به کاربر بفهماند.

1- Cursor
2- Colour anomalous
3- Redundancy
4- Icons

برای انجام این موارد جزئیاتی مانند نمادها یا متن داخل یک آیکون بهتر است حداقل ارتفاع ′۲۰ کمان داشته باشد. ارتفاع‌های روبروی ′۲۵ تا ′۳۵ کمان، ترجیح داده می‌شود.

برای اشیاء گرافیکی و دیگر اشیا کوچک، درجایی‌که خوانابودن اهمیت پایه‌ای دارد، به بند (۵-۵-۲)مراجعه شود.

برای تصاویر جداشده، درجایی‌که تشخیص صحیح رنگ نیاز است، تصویر باید ′۳۰ کمان را شامل شود. ′۴۵ کمان ترجیح داده می‌شود.

۵-۷-۳ کنتراست برای واضح بودن شی

برای تشخیص دقیق یک شی جداشده (مانند یک نویسه تکی یا یک نماد) تصویر با چند رنگ مورد نیاز است، شرایط مشابه برای درخشندگی و کنتراست صفحه، که در بند (۵-۵-۲) مشخص شده است، باید اعمال گردد.

۵-۷-۴ ملاحظات رنگ برای گرافیک ها

درجایی که تشخیص دقیق رنگ رشته ای از حروف یا نمادها مورد نیاز است، حداقل اندازه در فاصله دید طرح بهتر است ′۲۰ کمان باشد. در جایی که تشخیص دقیق رنگ یک تصویر جداشده مانند یک نویسه یا نماد مورد نیاز است، تصویر در فاصله دید طرح باید حداقل ′۳۰ کمان باشد. ′۴۵ کمان ترجیح داده می شود.

الف- تصاویر کوچک

در مورد یک پس‌زمینه تاریک، برای تصاویر کمتر از ° ۲، استفاده از آبی بیش از حد طیفی ($v' < ۰٫۲$) بهتر است پرهیز شود.

ب- تصاویر جداشده

درجایی‌که تشخیص یک تصویر جداشده مانند یک نویسه یا نماد مورد نیاز باشد، تصاویر بهتر است در فاصله دید طرح شامل حداقل ′۳۰ کمان باشند. ′۴۵ کمان ترجیح داده می‌شود.

ج- مجموعه رنگ پیش‌فرض

زمانی‌که یک نرم‌افزار نیاز دارد تا کاربر رنگ‌ها را تشخیص یا تمایز دهد، بهتر است یک مجموعه رنگ پیش‌فرض ارائه گردد.

مجموعه رنگ پیش‌فرض باید براساس سامانه عملکردی باشد و حداقل شامل:

- رنگ‌های پایه قرمز، آبی و سبز،
- رنگ‌های غیرپایه ترکیبی از جفت رنگ‌های پایه آبی- قرمز، قرمز- سبز و سبز- آبی و
- سیاه و سفید باشد.

برای تشخیص دقیق، بهتر است مجموعه رنگ پیش‌فرض شامل بیش از ۱۱ رنگ نباشد. اگر رنگ‌ها می‌توانند توسط کاربر تغییر کنند، مجموعه رنگ‌های پیش‌فرض، قابل بازیافت و اصلاح‌پذیر باشند.

د- تفاوت رنگ

جفت رنگی که متمایز می¬شوند باید مقدار تفاوت رنگ ۲۰ <ΔE^*_{UV} را دارا باشند.

یادآوری ۱ - اگر بیننده رنگ‌ها را به صورت دقیق تمایز می‌دهند، حتی ΔE^*_{UV} بزرگتر از ´۲۰ کمان، به دلیل اثر مجاورت و اندازه بر دید رنگ، عملکرد ادراکی رضایتبخشی را تضمین نمی‌کند .

یادآوری۲- واحد متریک تفاوت نور ΔL^* ، تفاوت سبز- قرمز $\Delta u'$ و تفاوت آبی- زرد $\Delta v'$ درک متفاوتی برای شرایط متفاوت پیش‌بینی می‌کند. برای مثال برای تصاویر رنگی بزرگ مجزا ،ΔL^* بیش‌ازحد ، درک تفاوت رنگ را برآورد می‌کند.
برای تصاویر کوچک ،$\Delta v'$ بیش‌ازحد ، درک تفاوت رنگ را با ضریب ۵ تا ۱ در مقایسه با $\Delta u'$، برآورد می‌کند.

یادآوری۳- تشخیص تمایز تصاویر کوچک متشکل از رنگ‌های ناحیه سبز- آبی طیف مرئی به دلیل کوررنگی (به رنگ‌های زرد و آبی)[1] بسیار سخت است. از این رو بهتر است رنگ آبی به تصاویر بزرگ (بزرگتر از ´۲۰ کمان) اختصاص یابد و از آبی بیش‌ازحد طیفی برای تصاویر کوچک (کوچک تر از ´۲۰ کمان) پرهیز شود.

ه- قطبیت منفی

برای متن، نمادها و نویسه‌های الفبای مورد استفاده در عملکرد خواندن، که در قطبیت منفی مشاهده می‌شود.
- آبی($v' <$ ۰/۲) نباید بر روی پس‌زمینه تیره مورد استفاده قرار گیرد ،
- از قرمز ($u' >$ ۰/۴) روی پس‌زمینه تیره بهتر است اجتناب شود و نباید روی پس‌زمینه آبی بیش‌ازحد طیفی ($v' <$ ۰/۲) استفاده گردد.

و- قطبیت مثبت

برای متن‌ها ،نمادها و نویسه‌های الفبای مورد استفاده در عملکرد خواندن، که در قطبیت مثبت مشاهده می‌شود.
- آبی بیش‌ازحد طیفی ($v' <$ ۰/۲) نباید برروی پس‌زمینه قرمز بیش‌ازحد طیفی ($u' >$ ۴) استفاده گردد.
- قرمز بیش‌ازحد طیفی ($u' >$ 4) نباید بر روی پس‌زمینه آبی بیش‌ازحد طیفی ($v' <$ ۰/۲) استفاده گردد.

ح- اثرات گودی

رنگ‌های بیش‌ازحد طیفی که می‌تواند اثرات گودی ایجادکنند، نباید برای تصاویری که به صورت مداوم دیده یا خوانده می‌شوند ارائه گردند .

ط- عدم تقارب رنگ‌ها

در CRT پنهان کننده سایه چند رنگ و تصاویر پروژکت شده برای برخی از فناوری‌های پروژکتور، عدم‌تقارب رنگ باعث دید حاشیه‌دار رنگ یا تصاویر دوگانه درلبه‌های تصویر می‌شود و می‌تواند عملکرد کاربر را کاهش دهد. سطح عدم‌تقارب برای هر مکان بر روی چنین CRT یا صفحه نمایش‌های پروژکشن، تفکیک پذیری نباید عملکرد دیداری را درطول اجرای کار کاهش دهد.

۵-۷-۵ اثرات تصویر پس‌زمینه و اطراف

1- Small-field tritanopia

به‌منظور تمایز و تشخیص بهتر رنگ‌ها، سامانه‌ها و نرم‌افزارها بهتر است از یک پس‌زمینه کم‌رنگ برای تصویر پیش‌زمینه پررنگ یا تصویر پیش‌زمینه کم‌رنگ بر روی پس‌زمینه پررنگ استفاده کنند.

۵-۷-۶ تعداد رنگ ها

۵-۷-۶-۱ ارائه همزمان رنگ

تعداد رنگ‌هایی که به صورت همزمان بر روی صفحه نمایشگر ارائه می‌گردد بهتر است براساس اجرای الزامات کار باشد. به‌طورکلی تعداد رنگ‌هایی که به صورت همزمان ارائه می‌گردند بهتر است حداقل باشد. برای تشخیص دقیق‌تر، مجموعه‌های رنگ پیش‌فرض (شامل سفید کم رنگ و سیاه و خاکستری) بهتر است شامل بیش از ۱۱ رنگ برای هر مجموعه نباشد. رنگ‌های بیش‌تر، منجر به مشکلات تمایز میان بعضی از جفت رنگ‌ها می‌شود.

مثال۱- قرمز ، نارنجی، زرد،زرد-سبز، سبز، سبز-آبی (سیان[1])، آبی، آبی- قرمز (بنفش یا مگنتا[2]) ،سیاه ، سفید و خاکستری .

مثال۲- قرمز، صورتی، نارنجی، زرد، قهوه ای، سبز، آبی، بنفش ،سیاه، سفید و خاکستری .

۵-۷-۶-۲ جستجوی دیداری برای تصاویر رنگی

زمانی‌که جستجوی دیداری برای تصویر براساس تمایز رنگ مورد نیاز است، بهتر است بیش از ۶ رنگ استفاده نشود.

۵-۷-۶-۳ وضوح رنگ‌ها

کاربران می‌توانند به آسانی، بوسیله رنگ‌های واضح نمایان شده در نزدیک آن، از اطلاعاتی که می‌خواهند منحرف شوند.

۵-۷-۶-۴ تفسیر رنگ در حافظه

اگر مفهوم هر رنگ از یک مجموعه رنگ، از حافظه فراخوانی شود، بهتر است بیش از ۶ رنگ استفاده نگردد. برای نرم‌افزارهایی که معنی هر رنگ از مجموعه بیش از شش رنگ، برای فراخوانی مورد نیاز باشد، معانی کمکی هر رنگ باید در دسترس قرار گیرد.

۵-۸ درستی[3]

۵-۸-۱ کلیات

درستی خاصیتی است که در زمان تولید مجدد تصاویر متحرک یا ثابت از دنیای واقعی به صورت الکترونیکی، مهم است. تطابق بیشتر میان این تصاویر الکترونیکی و نمونه‌های واقعی‌شان به معنی درستی بالاتر در پردازش تصویر است، به‌هرحال مسلم نیست که تصویر با بالاترین درستی توسط بینندگان ارجحیت داشته باشد.

۵-۸-۲ وسعت رنگ و سفید مرجع

1- Cyan
2- Magenta
3- Fidelity

۵-۸-۲-۱ وسعت رنگ

ارائه دقیق رنگ زمانی‌که اشیاء و مناظر واقعی برروی یک صفحه نمایشگر دیداری الکترونیکی (لوازم عکاسی، الکترونیکی، تلویزیون، ویدئو و غیره) به تصویر درمی‌آیند، نیاز است. ارائه ناکافی رنگ می‌تواند سبب تغییر اشتباه یا عدم‌تشخیص اشیاء یا مناظر (رنگ پوست انسان می‌تواند نشان‌دهنده بیماری باشد و غیره) شود. به منظور اطمینان از انجام حداقل کار با توجه به ارائه رنگ (بسته به نوع کار)، صفحه نمایشگر دیداری الکترونیکی باید قادر باشد رنگ‌ها را به شکل یک ناحیه مثلثی حداقل، در یک فضای رنگی مشخص بازتولید کند (مختصات رنگ‌پذیری V´ و U´CIELUV (۱۹۷۶) رنگ‌های پایه R و G و B). حداقل مقادیر قابل‌اجرا در استاندارد ISO 9241-307 ارائه شده است.

۵-۸-۲-۲ سفید مرجع

به‌منظور برانگیختگی احساسات رنگی به صورت درست به معنی اینکه مطابق با انتظار کاربر بیننده بازتولید دنیای واقعی باشد، داشتن سطوح غیرمنتخب مانند کاغذ یا لباس‌های سفید که معمولاً به‌صورت سفید مشاهده می‌گردند مطلوب است، مگر آنکه درخشندگی در منظره بازتولید گردد. این امر می‌تواند اولا از طریق استقرار یک سفید مرجع بر روی صفحه نمایشگر دیداری و ثانیا از طریق تنظیم‌کردن دوربینی که منظره را ثبت می‌کند وکانال مخابراتی میان دوربین و صفحه نمایشگر گیرنده به شیوه‌ای همچون بازتولید سطوح غیرمنتخب به صورت سفید مرجع، انجام شود. برای لایه‌های رنگ FCC[1] نوع رنگ نور CIE، C (U´=۰٫۲۰۱ و V´ =۰/۴۶۱) بهتر است به عنوان سفید مرجع برای صفحه نمایشگر استفاده شود.

۵-۸-۳ مقیاس خاکستری و گاما

گاما برای هرسه رنگ پایه باید در گستره ۲٫۰ ± ۰٫۲ باشد.

در رابطه با مقیاس خاکستری و توانایی بازتولید تصاویر ازدنیای واقعی توسط یک صفحه نمایشگر دیداری چند رنگ، الزامات خاصی علاوه بر چیزهایی که برای بازتولید رنگ به صورت وفادار به اصل موردنیاز است، لازم نمی-باشد، زیرا الزامات درخشندگی بیش از تغییرات رنگ برای یک منظره دیداری خاص در چشم انسان اغماض‌پذیر است. منحنی گامای یک LCD به جهت دید بستگی دارد، به این معنی که توزیع درخشندگی و رنگ یک تصویر اساساً زمانی که جهت دید تغییر می‌کند تغییر می‌یابد.

۵-۸-۴ ارائه تصاویرمتحرک

برای ارائه تصاویرمتحرک به صورت درست یک صفحه نمایشگر به درستی موقت نیاز دارد. چهار پارامتر اصلی بر این درستی موقت تاثیرگذار می‌باشند.

- زمان صعود،
- زمان نگه‌داشتن (زمان میان انتهای زمان صعود و ابتدای زمان نزول)،
- زمان پایین آمدن (نزول) ،

1- Federal Communications Commission

- فرکانس نمونه‌برداری .

زمان صعود و نزول برای سیگنال درخشندگی که از یک سطح مطلوب به سطح دیگر یا از یک فریم به فریم دیگر تغییر حالت می‌دهد، باید به اندازه کافی کوتاه شود. درغیراین‌صورت این سیگنال قادر نیست برای تصاویر متحرک سریع، به اندازه کافی سریع تغییر کند (مانند صفحات LCC کند، بدون جبران‌سازی برای این کندی).

این زمان صعود و نزول برای ارائه سریع‌ترین تصویر متحرک که بر روی صفحه نمایش ارائه داده خواهد شد، باید به اندازه کافی کوچک باشد درغیراین‌صورت لبه‌ها و جزئیات تصاویر متحرک نامشخص به نظرخواهد آمد.

زمان نگهداری به همان اندازه یا کوتاه‌تر از آنچه که برای سریع‌ترین تصویری که روی صفحه نشان داده شده لازم است، باید باشد. درغیراین‌صورت لبه و جزئیات تصاویر متحرک نامشخص خواهد بود.

یادآوری۱- اگر زمان نگهداری در مقایسه با فرکانس نمونه برداری خیلی کوچک باشد، کاربر، پرپرزدن مشاهده خواهد کرد.

به عنوان بخشی از این چهار پارامتر، نسبت سیگنال به نویز سیگنال، باید به اندازه کافی بزرگ باشد به‌گونه‌ای که سریع‌ترین حرکت به دلیل نویز از دست نرود.

یادآوی۲- گام‌های ذیل می‌تواند برای اطمینان از بدون عیب بودن تصاویر متحرک اتخاذ گردد:

الف- آنالیز محتوای تصویر متحرک مورد نظر و تشخیص این که افزایش فرکانس نمونه‌برداری برای ازدست‌ندادن جزئیات جابجایی مورد نظر، مورد نیاز خواهد بود،

ب- انتخاب یک صفحه نمایشگر با نرخ تازه‌سازی که با فرکانس نمونه‌برداری هماهنگ باشد،

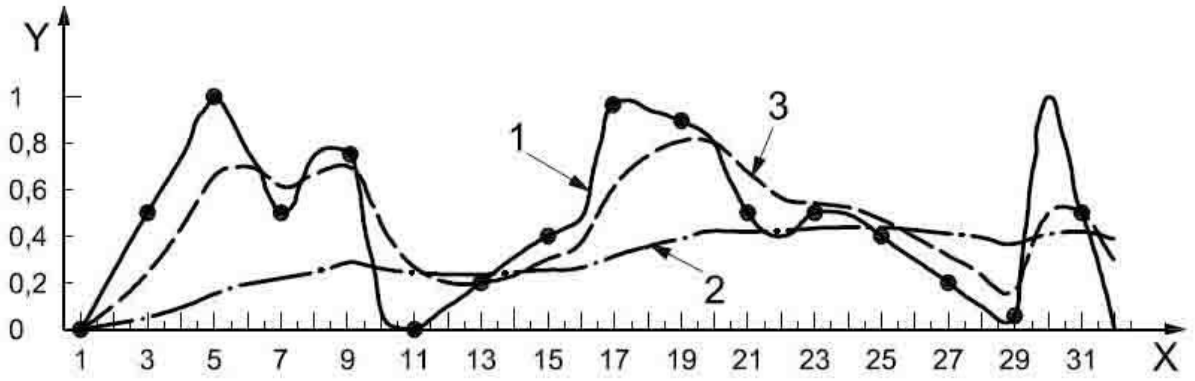
ج- انتخاب زمان‌های صعود و نزول به اندازه کافی کوتاه تا تصاویر متحرک نباشند،

د- انتخاب زمان نگهداری به اندازه ی کافی کوتاه که تصاویر متحرک مبهم نشوند،

ه- تأیید این که ترکیب نرخ تازه‌سازی و زمان نگهداری، پرپرزدن ایجاد نمی کند.

سامانه را آزمایش کنید تا دریابید آیا پردزاش سیگنال ویدئویی برای جبرانسازی اثر به جامانده از مصنوعات یا عدم‌عملکرد سامانه، مورد نیاز می‌باشد.

شکل ۳، اثرات چندین زمان صعود و نزول نگهداری و یک فرکانس نمونه‌برداری مخصوص بر روی تصویر یک شی متحرک نشان می دهد.



راهنما:

X زمان (واحد دلخواه)

Y شدت (واحد دلخواه)

1 تصویر واقعی

2 صفحه نمایشگر نوع STN–LCD (نماتیک خیلی پیچیده – صفحه نمایشگر کریستال مایع)

3 صفحه نمایشگر نوع TFT–LCD (ترانزیستور فیلم نازک - صفحه نمایشگر کریستال مایع) / صفحه نمایشگر CRT (لامپ اشعه کاتد)

هر دو صفحه نمایشگر Tft-LCD و STN-LCD نه تنها زمان صعود و نزول خیلی کند بلکه زمان نگهداری خیلی طولانی برای تصویر متحرک برای نمایش درست آن دارند. کاربر تیرگی را دریافت خواهد کرد. CRT به اندازه کافی سریع است و زمان نگهداری به اندازه کافی کوتاه دارد تا جابجایی‌ها را بدون ابهام نمایش دهد. به هر حال فرکانس نمونه‌برداری به اندازه کافی سریع نیست تا از پرپرزدن جلوگیری کرده و جابجایی را به درستی نمونه‌برداری کند (زمان ۲۲ و زمان ۳۱ را مشاهده کنید) .

شکل ۳ – نمودار درخشندگی- زمان تصویر در حال حرکت با سرعت بر روی بخش کوچکی از صفحه نمایش

۵-۸-۵ زمان تشکیل تصویر (IFT) [1]

IFT باید به اندازه کافی برای نوع نمایش اطلاعات کوتاه باشد. زمان مورد نیاز برای یک تصویر، جهت تشکیل بر روی یک صفحه نمایشگر دیداری الکترونیکی، به نوع فناوری صفحه نمایشگر بستگی دارد. این زمان تشکیل تصویر می‌تواند برای نرم‌افزارها خیلی طولانی باشد. برای نمونه ایجاد اثرات حرکتی واقعی نیاز به IFT کوتاه دارد. به هرحال برای صفحه‌های نمایشگری که هرقسمت از تصویر را بر روی یک بخش بزرگی از دوره تناوب فریم نمایش می‌دهند، طول دوره تناسب فریم یک عامل محدودکننده است. اگر IFT یا زمان دوره تناوب فریم خیلی بزرگ باشد، درزمانی‌که صفحه نمایشگر تصویر را در طول بخش بزرگ دوره متناوب فریم تولید می‌کند، منجر به تصاویر مبهم یا نامنظم می‌شود و کنتراست می‌تواند کاهش یابد.

برای انواع صفحه‌های نمایشگر تخت، زمان مورد نیاز برای تغییر حالت از یک سطح درخشندگی به سطح دیگر مشخص شده برای IFT، به مقادیر این سطح و به شیوه‌ای پیچیده بستگی دارد. همچنین به دمای صفحه نمایشگر بستگی خواهد داشت. وابستگی با توجه به نوع صفحه نمایشگر مشخص می‌شود. تا کنون، اطلاعات کافی برای پیش‌بینی اینکه چه‌وقت جابجایی بین دو سطح خاکستری کمترین مقدار خواهد بود، برای مثال چه

1- Image formation time

وقت بدترین حالت از نظرIFT اتفاق می‌افتد، موجود نبوده است. چرخش[1] از سیاه به سفید باید زمان کمتری، برای مثال از چرخش خاکستری تیره به خاکستری روشن طول بکشد.

۵-۸-۶ تفکیک‌پذیری مکانی

تفکیک‌پذیری صفحه نمایشگر بهتر است قادر به بازتولید رضایتبخشی از تصویر اصلی باشد، که این مورد با تفکیک‌پذیری افقی و عمودی نرمال از تصاویر تلویزیون است. علاوه بر این، بهتر است دچار اعوجاج هندسی که باعث کاهش درستی تصویربرداری هندسی می‌شود، نگردد.

۵-۸-۷ مدولاسیون محل تصویر[2] و فاکتور تراکم[3]

برای صفحه‌های نمایشگر داشتن یک مدولاسیون محل تصویر و فاکتور تراکم کمتر از ۳۰ پیکسل در درجه در فاصله دید طرح، مدولاسیون درخشندگی در جهت عمود بر خطوط پیکسل مجاور نباید از C_m= ۰/ ۴ برای صفحه‌های نمایشگر تک رنگ وC_m =۰/۷ برای صفحه‌های نمایشگر چند رنگ، وقتی که تمامی پیکسل‌ها در بالاترین حالت قرار دارند، تجاوز کند.

برای خوانایی بهتر، C_m بهتر است از ۰/۲ برای هر دو نوع صفحه نمایشگر تجاوز نکند.

۵-۸-۸ تراکم پیکسل

برای صفحه‌های نمایشگر با دید مستقیم، سازنده باید تراکم پیکسل را مشخص نماید.

تراکم پیکسل یک عامل مهم برای ارائه درست اطلاعات می‌باشد.

۶ انطباق

روش‌های تعیین انطباق با این استاندارد باید در تطابق با استاندارد ISO 9241-307 باشد.

1- Switching
2- Raster
3- Fill factor

پیوست الف

(اطلاعاتی)

بازنگری سری استاندارد ISO 9241

این پیوست یک نمای کلی از ساختار ISO 9241 ارائه می‌کند. برای ارائه نمای به روز شده از ساختار، نواحی موضوعی و وضعیت فعلی هر دو بخش منتشر شده و پیش‌بینی شده، لطفاً مراجعه شود به:

ISO 9241 series

این ساختارنشان‌دهنده شماره بند یا استاندارد اصلیISO 9241 می‌باشد، به عنوان مثال، صفحه‌های نمایشگری که در ابتدا بخش ۳ بودند و درحال‌حاضر سری۳۰۰ هستند. در هر بخش، "صد" مقدمه‌ای بر بخش است، به عنوان مثال، بخش۱۰۰مقدمه ای بر بخش‌های ارگونومی- نرم‌افزار می‌باشد.

جدول الف -۱ ساختار ISO 9241- ارگونومی تعامل انسان-سامانه

عنوان	بخش
مقدمه	۱
طراحی شغلی	۲
کاربردپذیری سخت‌افزار و نرم‌افزار	۱۱
دسترسی و تعامل انسان-سامانه	۲۰
اعداد رزروشده	۹۹-۲۱
ارگونومی نرم‌افزار	۱۰۰
فرآیندهای تعامل انسان-سامانه	۲۰۰
صفحه نمایشگرو سخت‌افزارهای مرتبط باصفحه نمایشگر	۳۰۰
دستگاه های با ورودی فیزیکی- اصول ارگونومی	۴۰۰
ارگونومی در محیط کار	۵۰۰
ارگونومی محیطی	۶۰۰
اتاقک کنترل	۷۰۰
تعاملات لمسی	۹۰۰

پیوست ب

(اطلاعاتی)

جذابیت یا کیفیت دیداری تصویر مورد نظر

جذابیت تصویر بر روی صفحه نمایشگر دیداری، از عوامل مهم است و شکی نیست که خستگی، به-زیستی و عملکرد کاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در مورد طراحی فونت، جذابیت کاراکتر یک عامل روانی است که از طریق پذیرش توسط کاربر مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

یک توضیح برای جذابیت، به اتفاق‌آرا منتشر شده است. با این وجود، عوامل زیر آن را تحت تاثیر قرار می-دهند(اگر چه ارتباط روانی هنوز نشان داده نشده است):

سبک های قلم

- جداسازی نویسه،کلمه، خط
- سریفس
- سبک با حروف درشت[1]، کج[2]
- برش تحت/ روی
- اندازه

عوامل مرتبط با کاربر

- آموزش
- سن
- محیط خواندن

مطالعات غیرعلمی زیادی پیرامون عملکرد خواندن در مورد متون چاپی که از فونت‌های مختلف استفاده کرده‌اند، با تعداد قابل‌توجهی ازافراد انجام شده‌اند. نتایج، تمایز در رتبه‌بندی وضوح را به‌وضوح نشان می‌دهد. به عنوان مثال، منتشرکننده‌های کتاب به‌خوبی می‌دانند که فونت‌های خاص مانند گاتینو توسط بسیاری از مردم ترجیح داده می‌شود. بااین‌حال، مشخص نیست که آیا این تجارب را می‌تواند به ویژگی‌های صفحه‌های نمایشگر دیداری مانندCRT، LCD یا دیگر فنآوری‌های جدید منتقل شود.

بنا به دلایل فوق، با یک تعریف دقیق، روش‌های اندازه‌گیری و سطح مرجع را نمی‌توان ارائه نمود. با این‌حال توجه به عامل جذابیت به سازنده‌ای که به دنبال بهبود طراحی خود است، توصیه می‌شود. در غیاب روش ثابت شده علمی، پرسش از افراد مختلف در مورد نظراتشان در رابطه با درجه‌بندی ذهنی از ارائه مجموعه کاراکتری مختلف، شامل مجموعه مورد نظری که باید استفاده شود و با استفاده از قواعد ثابت شده برای اجرای مطالعات پیرامون عقیده، می‌تواند مفید باشد.

1- Bold
2- Italic

پیوست پ
(اطلاعاتی)
جنبه‌های کاربردپذیری نصب

پ-۱ جنبه‌های کاربردپذیری

کاربردپذیری، به‌دلیل ارتباطش با این که کاربران محصولات تا چه حد رضایتمندانه، بطور موثر و کارا با آن محصول کارکنند، یک جنبه مهم در طراحی محصولات می‌باشد. برای مشخص کردن سطح کاربردپذیری بدست آمده، بهتر است عملکرد و رضایت کاربرانی که با محصول کار می‌کنند، اندازه‌گیری شود. عوامل کلیدی که در زمان ارزیابی کاربردپذیری محصول بهتر است مورد توجه قرار گیرد، شامل کار انجام شده، زمینه استفاده و صلاحیت کاربر می‌باشد. یک آزمایش موثر کاربردپذیری بهتر است موارد اختلاف میان کاربرد مورد نظر (تعریف شده توسط طراح) و کاربرد واقعی (آنچه توسط یک کاربر حقیقی انجام می‌شود) را آشکار کند. نصب و راه‌اندازی یک محصول (مانند یک رایانه) یکی از اولین تجربه‌های کاربر با محصول می‌باشد و می‌تواند بر روی رضایت اولیه کاربر اثر بگذارد.

به‌همین‌دلیل این پیوست یک طرح کلی برای انجام یک آزمایش کاربردپذیری که امکان پذیر نیز باشد، جهت نصب و راه‌اندازی یک محصول مانند ایستگاه‌کاری رایانه را فراهم می‌کند.

پ-۲ نصب و راه‌اندازی

همانطور که در این مثال تعریف می‌شود، وظیفه انجام شده برای ایجاد زمینه استفاده از محصول، نصب محصول است. نصب می تواند شامل مراحل زیر باشد:

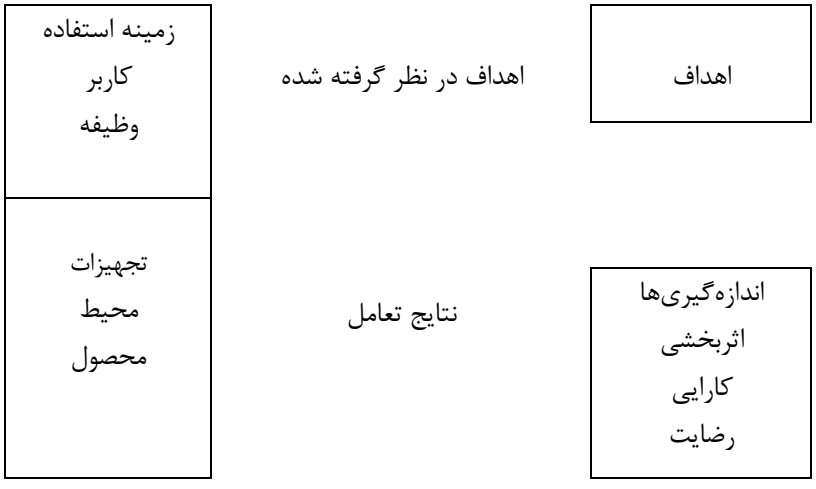
- بازکردن بسته‌بندی؛
–یافتن/ تشخیص راهنما یا رویه نصب؛
- برداشتن وسایل حفاظتی مانند پیچ‌ها، جذب‌کننده‌های تکان و لرزش و مواد بسته‌بندی؛
- هماهنگی اجزا نصب سخت‌افزار مانند کابل دو شاخه، پیچ و مهره‌ها؛
- ترتیب و اتصال کمک‌ها(مانند کدبندی رنگی قطعاتی که به هم متصل می¬شوند) برای بر روی‌هم سوارکردن اجزا؛
- نصب اجزای نرم‌افزاری مانند درایورها، برنامه سودمند و نرم‌افزارها؛
– ثبت کردن؛
– چندین خاموش و روشن‌کردن متوالی سامانه.

اثربخشی و عملکرد نصب به توانایی، تجربه و آموزش‌های شخص مرتبط با کار، دارد. به‌همین‌دلیل کارخانه سازنده بهتر است نوع نصب را مشخص کند، نصب توسط کاریر یا توسط یک فرد ماهر یا نصب استاندارد در مقابل نصب اختصاصی شده.

برای تعیین سطح کاربردپذیری، یک آزمون کاربردپذیری بهتر است در یک محیط مناسب انجام شود. این محیط می‌تواند در یک آزمایشگاه آزمون کاربردپذیری شبیه‌سازی شود.
اندازه‌گیری های زیر، اطلاعات معنی‌داری را فراهم می‌کند:
۱- زمان برای بازکردن بسته‌بندی و کامل کردن نصب؛
۲- زمان گام‌های تکی مشخص شده؛
۳- تعداد تفسیرهای اشتباه؛
۴- خطاها (حیاتی - به عنوان مثال توقف غیرعادی-مسائل قابل پیش‌گیری یا جزئی):
الف- جزئی (به صورت موقتی مانع پیشرفت می‌شود)؛
ب -عمده (به صورت اساسی مانع پیشرفت می‌شود)؛
ج- وخیم (ادامه پیشرفت امکان پذیر نیست).
۵ - تعداد سوالاتی که ازشخص آموزش دیده پرسیده می‌شود؛
۶- تعداد و کیفیت بازخوردها از کاربر و توصیه‌ها برای بهبود؛
۷- ارتباط راهنمایی‌های لازم در مقایسه با مراحل خود توضیح .

پ-۳ کارکرد محصول

به منظور تعیین یا اندازه‌گیری کاربردپذیری ، نیاز است تا شخص اهداف را تشخیص دهد و اثربخشی، عملکرد و رضایت و اجزای زمینه کاربرد در زیر مؤلفه‌ها با ویژگی‌های قابل‌اندازه‌گیری و قابل‌تایید را تجزیه کند. بسیاری از موقعیت‌ها ممکن است به ارزیابی کاربردپذیری یک محصول تحت آزمون در داخل یک سامانه کامل نیاز داشته باشند. این شامل هر جزء سخت‌افزار یا نرم‌افزار در ارتباط با محیط حقیقی کار و نماینده آن، می‌باشد. این اجزا و ارتباط میان آنها در شکل(پ-۱) نشان داده شده است



شکل پ-۱ چارچوب کاربرد پذیری

پیوست ت

(الزامی)

مفاهیم اساسی ادراک دیداری برای کنتراست و درخشندگی صفحه‌های نمایشگر الکترونیکی

ت-۱ کنتراست و درخشندگی برای صفحه‌های نمایشگر الکترونیکی

این پیوست تلاش می‌کند تا پدیده‌های پشت تصاویر تشکیل‌شده با درخشندگی خاص و کنتراست روی یک صفحه نمایشگر الکترونیکی را توضیح دهد و بنابراین مفاهیم اولیه درخشندگی و کنتراست در ادراک دیداری را مورد بحث قرار می‌دهد..

ت-۲ نمادها و اختصارات

در این پیوست نمادها و اختصارات زیر بکار می رود:

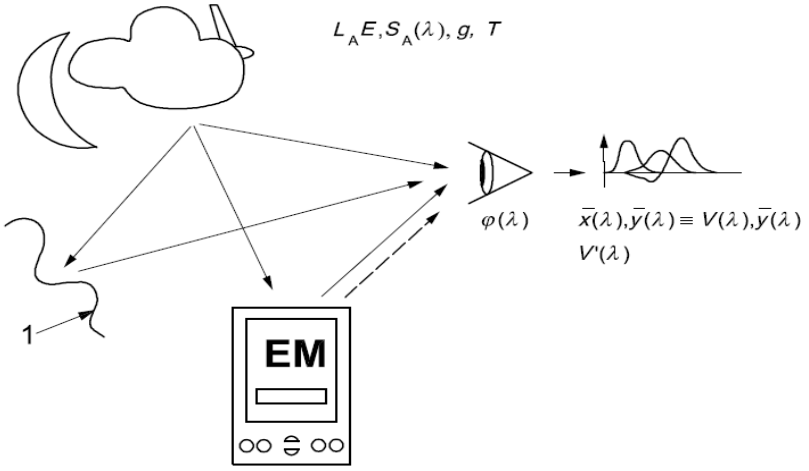
CR	نسبت کنتراست
E	شدت درخشندگی
g	یکنواختی روشنایی
L_1	درخشندگی صفحه نمایشگر درحالت کم
L_A	درخشندگی منبع نور
L_r	درخشندگی منعکس‌شده
L_H	درخشندگی صفحه نمایشگر درحالت بالا
r	(زیرنویس) مقدار منعکس‌شده
$S_A(\lambda)$	توزیع طیفی از منبع روشنایی
$S(\lambda)$	توزیع طیفی
T	درجه حرارت رنگ وابسته
U' و V'	مقادیر UCS 1976 CIE
X_r, Y_r, Z_r	مقادیر ترکیبی از سه رنگ اصلی [1] از محرک‌های رنگی
Ψ	ارتفاع نویسه
γ	مقدارگاما (تابع انتقال الکترو- نوری)

ت-۳ شرایط روشنایی

استفاده معمولی از یک صفحه نمایشگر در شکل (ت-۱) نشان داده شده است. اجزای دید به صورت نمادین کشیده شده است :

1- Tristimulus

- شرایط مختلف روشنایی (منابع مصنوعی و طبیعی) و ویژگی‌های آن‌ها؛
- محیط اطراف آن، که بر تطبیق چشم اثر می‌گذارد؛
- صفحه نمایشگر با ویژگی‌های آن؛
- چشم با ویژگی‌های آن .



راهنما:

۱ محیط فیزیکی

اطلاعات مفید : $S(\lambda)$, L_H, L_L, CR, U', V' , γ , Ψ و غیره.

اطلاعات نگران کننده : (L_r), X_r, Y_r, Z_r و غیره

یادآوری - برای معانی نماد ها به بند (ت-۲) مراجعه کنید.

شکل ت- ۱ استفاده ازصفحه‌های نمایشگر

اطلاعات مفیدی که توسط صفحه نمایشگر به کاربر داده می‌شود مبتنی بر موارد زیر می‌باشد :

- درخشندگی ، L_L و L_H ؛
- کنتراست، $CR = L_H / L_L$ ؛ و
- رنگ کنتراست، ΔE .

با توجه به انعکاس، شرایط روشنایی مختلف موجب اختلال در اطلاعات می‌شوند. در زیر نتایج این اطلاعات نگران‌کننده آورده شده است .

کاهش کنتراست :

(ت-۱)

$$C_R = (L_H + L_r)/(L_L + L_r)$$

افت وتغییر رنگ :

(ت-۲)

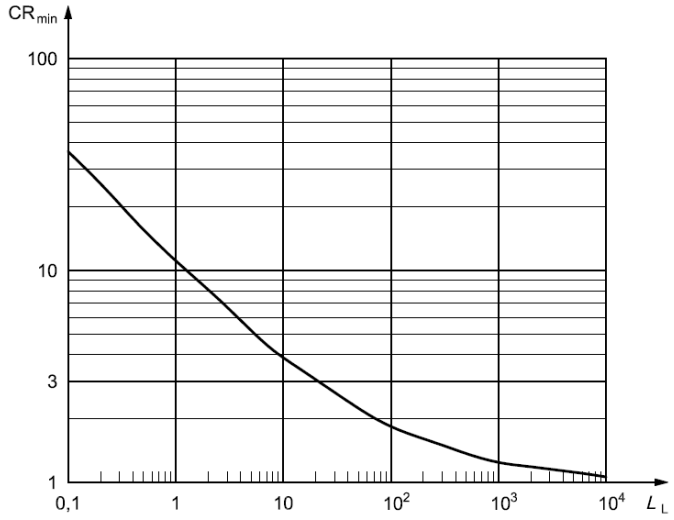
$$\Sigma X = X + X_r$$
$$\Sigma Y = Y + Y_r$$
$$\Sigma Z = Z + Z_r$$

اطلاعات مفید در شرایط زیر قابل تشخیص می باشند:

- حداقل درخشندگی؛
- حداقل کنتراست؛
- حداقل اندازه؛
- انطباق چشم به درخشندگی فعلی میدان دید؛
- زمان کافی ارائه شی؛
- کاهش اطلاعات ناخواسته، به عنوان مثال از انعکاس، به‌طوری که اطلاعات مفید قابل‌دریافت بوده و حداقل تاثیر را پذیرفته باشند.

ت-۴ کنتراست درخشندگی

مقایسه الزامات کنتراست مختلف استانداردهای ISO 9241-3 و ISO 13406-2 در شکل(ت-۲) نشان داده شده است.



راهنما :

L_L درخشندگی برحسب cd/m^2

C_{Rmin} آستانه کنتراست

حداقل کنتراست بر طبق : ISO 9241-3: CR =3:1

حداقل کنتراست بر طبق : $ISO\ 13406\text{-}2\text{: } CR = 1{,}10 \times L_L^{-0{,}55}$

شکل ت-۲ حداقل کنتراست صفحه نمایشگر(برطبق استاندارد ISO 13406-2/ISO 9241-3)

مقایسه و بحث

هر دو منحنی در $L_L^* = ۱۸٫۷\ cd/m^2$ یکدیگر را قطع می‌کنند.

L_L^* ، الزامات استاندارد ISO 9241-3 در مقایسه با استاندارد ISO 13406-2 بیش از حد کم است.

بالای L_L^* ، الزامات استاندارد ISO 9241-3 در مقایسه با استاندارد ISO 13406-2 بیش از حد بالا است.

کنتراست با توجه به استاندارد ISO 13406-2 با افزایش L_L تا رسیدن به یک تلاش می‌کند .این امر دست نیافتنی می‌باشد.

در این استاندارد الزامات کنتراست دیگری، به عنوان جایگزین الزامات کنتراست متفاوت ISO 9241-3 و ISO 13406-2 ، تعیین شده است..

بر اساس پژوهش‌های تاریخی، کوکسکا[1]، یک ارزیابی ریاضی از آستانه کنتراست دیداری، $\overline{C}$ ، انجام داد و یک بیان ریاضی از$\overline{C}$ به عنوان تابع درخشندگی، L_L، و میزان زاویه‌ای،α ، از هدف‌های دیداری ارائه نمود

(ت-۳)

$$\bar{C} = (L_H - L_L)/L_L = f(L_L, \propto)$$
$$\overline{C} = \bar{C}_{min} \times f_1 \times f_2$$
$$\overline{C} = 0{,}00275 \times f_1 \times f_2$$

با

(ت-۴)

$$f_1 = 1 + [L_L/0{,}158]^{-0{,}484}$$
$$f_1 = 1 + [\propto_0/\propto]^2$$
$$\propto_0 = 7{,}5 + 133 \times [1 - (1/(1 + [L_L/0{,}00075]^{-0{,}383}))]$$

این عبارت به بیان نسبت کنتراست تبدیل شد، CR:

(ت-۵)

$$CR = L_H/L_L = 1 + \overline{C}$$

بسته به اندازه هدف دیداری، آستانه کنتراست دیداری، $\overline{C}$، باید توسط یک ثابت، k ،تنظیم شود، با استفاده از اندازه شی ´1=α ،ثابت k به این صورت بدست می‌آید:

(ت-۶)

$$CR = L_H/L_L^* = 3 = 1 + k + \overline{C} \quad , (L_L^* \approx 18{,}7\ cd/dm^2\ ; \alpha = \acute{1})$$
$$K \approx 6{,}3$$

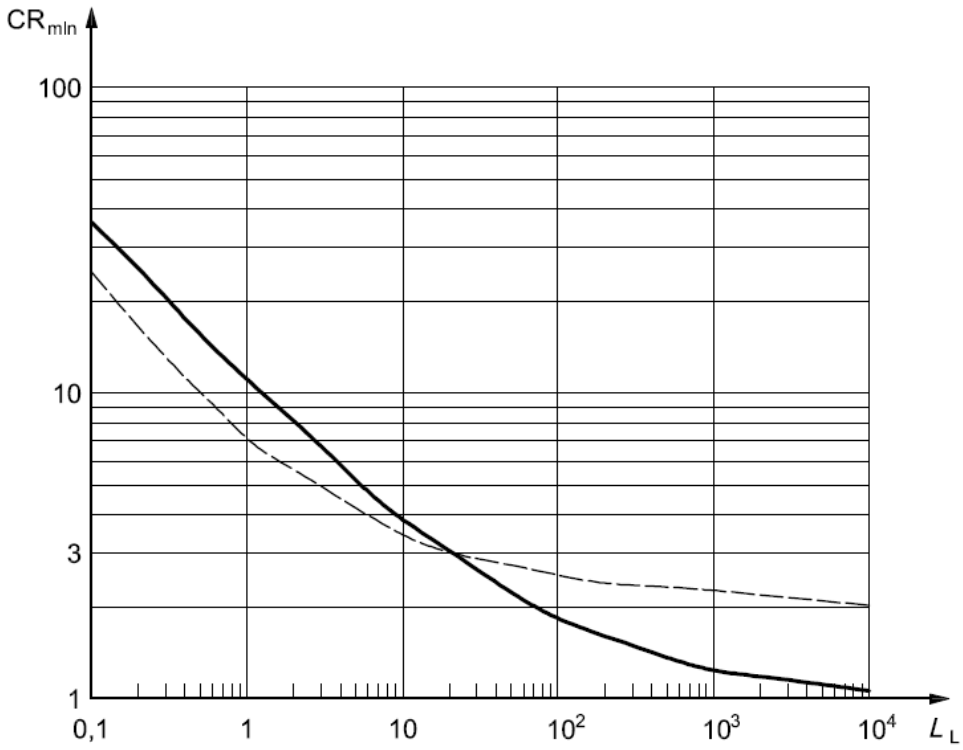
به طور کلی:

(ت-۷)

$$CR = L_H/L_L = 1 + 6{,}3 \times \overline{C}\ \ (L_L\ ; \alpha = \acute{1})$$

نتیجه با خط‌چین در شکل (ت-۳) نشان داده شده است.

1- Kokoschka



راهنما :

L_L درخشندگی برحسب cd/m^2

CR_{min} آستانه کنتراست

شکل ت-۳ حداقل کنتراست مورد نیاز صفحه نمایشگر

آستانه کنتراست تصویری (تنظیم‌شده) برای اندازه شی ´۱ ، به عنوان حداقل کنتراست مورد نیاز برای صفحه نمایشگر الکترونیکی ارائه شده است.

بنابراین،کنتراست مورد نیاز بدین‌صورت خواهد بود:

(ت-۸)

$$CR_{min} = 2.2 \times \left(1 + 2.2 \times {L_L}^{-0.65}\right) = 2.2 + 4.84 \times {L_L}^{-0.65}$$

اطلاعات پایه‌ای برای نیاز کنتراست ذکر شده در بالا توسط آزمایش بر روی کاربران جوان دریافت شد .کنتراست درخشندگی مورد نیاز، CR، با سن کاربران متفاوت است. به‌همین‌دلیل، معرفی کنتراست چند برابر، k_{age}، توسط انتشارات بلک ول [1] پیشنهاد شد:

(ت-۹)

$$CR_{min,age} = k_{age} \times CR_{min}$$

جدول (ت-۱) را مشاهده کنید:

1- Blackwell

جدول ت-۱ ضریب کنتراست متناسب با سن (بلک‌ول)

سن کاربران بر حسب سال	کنتراست چند برابر ***k*age**
۲۰	۱٫۰۰
۲۵	۱٫۰۰
۳۰	۱٫۰۲
۳۵	۱٫۰۷
۴۰	۱٫۱۷
۴۵	۱٫۳۴
۵۰	۱٫۵۸
۵۵	۱٫۹۰
۶۰	۲٫۲۸
۶۵	۲٫۶۶

با این حال، ترکیبی از داده‌ها از بلک‌ول و کوکسکا با احتیاط در نظر گرفته شود. درحال‌حاضر، معادله (ت-۸) نشان دهنده الزامات مناسب می باشد (همچنین به CIE 145 مراجعه شود).

ت-۵ درخشندگی صفحه نمایشگر

علاوه برL_H،L_L، درخشندگی منعکس‌شده از صفحه نمایشگر و یا سطح صفحه نمایش، L_r، باید در محیط‌های روشن، در نظر گرفته شود ،L_r ، مولفه های درخشندگی، L_D وL_S را در نظر می‌گیرد:

-انتشار درخشندگی منعکس‌شده $L_D=q\times E=R'_D\times E$

- درخشندگی منعکس‌شده آینه‌ای $L_S=R'_S\times L_A$

به طور کلی،حداقل کنتراست بدین‌صورت خواهد بود:

(ت-۱۰)

$$C_{Rmin} = (L_H + L_D + L_S) / (L_L + L_D + L_S) = 2,2 + 4,48\times(L_L + L_D + L_S)^{-0,65}$$

ازحل معادله(ت-۱۰) با L_H،حداقل درخشندگی صفحه نمایشگر، $L_{H,min}$، بدست آمده است:

(ت-۱۱)

$$L_{H,MIN} = [\,2,2 + 4,84 \times (L_L + L_D + L_S)^{-0,65}\,] \times (L_L + L_D + L_S) - L_D - L_S$$

بنابر این $L_{H,min}$ تابعی از L_L می باشد:

(ت-۱۲)

$$L_D = q \times E = R'_D \times E$$

(ت-۱۳)

$$L_S = R'_S \times L_A$$

این موضوع بوسیله دو مثال زیر روشن می‌گردد:

مثال۱- یک مانیتور معمولی CRT در دفتر کار استفاده می‌شود،درجایی‌که:

(ت-۱۴)

$L_L = 0,5\ cd/m^2$
$q=\rho / \pi \approx 0\ \%$
$R_{S,EXT} \approx 2\ \%$

$L_A = 0\ cd/m^2$

جدول ت-۲ را مشاهده کنید.

جدول ت-۲ نتایج معادله (ت-۱۱) برای مثال ۱

E lx	$L_{H,min}$ cd/m^2
۱	≈۵
۱۰	≈٦
۱۰۰	≈۱۱
۱۰۰۰	≈٤٦
۱۰۰۰۰	≈۳۳٤
۱۰۰۰۰۰	≈۳۰۷۵

مثال۲- یک رایانه دستی با TFT–LCD، درجایی‌که:

$L_L = 0{,}5\ cd/m^2$
$q=\rho / \pi \approx 0\ \%$
$R_{S,EXT} \approx 2\ \%$

L_A ، جدول ت-۳ را مشاهده کنید.

جدول ت-۳ نتایج معادله (ت-۱۱) برای مثال۲

L_A cd/m2	$L_{H,min}$ cd/m^2
۱	≈۵
۱۰	≈٦
۱۰۰	≈۱۰
۱۰۰۰	≈۳۹
۱۰۰۰۰	≈۲۷۲
۱۰۰۰۰۰	≈۲٤۷۰

کمترین مقدار برای $L_{H,min}$

$L_{H,min}$ نباید از $3 cd/m^2$ بیشتر شود. این حداقل درخشندگی برای مشاهده تصاویر رنگی مورد نیاز است.
در مورد شدت درخشندگی کمتر، $L_{H,min}$ نیز تابع اندازه صفحه نمایشگر است.

مثال- در سینما $L_{H,min}$ بهتر است در حدود ۵۰ cd/m^2 باشد.

بیشترین مقدار برای L_H

خیرگی(خیرگی ناراحت‌کننده یا خیرگی نامطلوب) نباید بوسیله صفحه نمایشگر تولید شود.

یادآوری- خیرگی به وضعیت انطباق‌پذیری چشم انسان بستگی دارد.

پیوست ث
(اطلاعاتی)
صفحه نمایشگر مجازی – اهداف عملکردی

ث-۱ کلیات

وقتی که صفحه‌های نمایشگر مجازی سر- پوشیده[1] یا دستی در نظر گرفته می‌شود، استفاده راحت یکی از مسائل کلیدی می‌باشد. هدف از این پیوست فراهم‌کردن یک مجموعه حداقلی از اهداف عمکرد ارگونومیکی برای کمک به دستیابی به یک تجربه کاربری راحت با یک صفحه نمایشگر مجازی می‌باشد. این موارد به صفحه‌های نمایشگر مشاهده غیرمستقیم دوچشمی یا بیوکیولار[2] محدود می‌شوند.

ث-۲ کمک‌های چشمی

تسکین چشم یعنی فاصله از آخرین سطح فیزیکی اپتیک صفحه نمایشگر مجازی تا مردمک خارجی که در آن مردمک چشم قرار داده شده است. محدوده تسکین چشم توسط دو عامل محدود می‌شود. چشم باید به اندازه کافی نزدیک به عدسی که کل صفحه نمایشگر قابل مشاهده است، باشد، اما به اندازه کافی دور از صفحه نمایشگر هم باشد، به طوری که عینک بتواند مورد استفاده قرار گیرد. برای جادادن عینک، محدوده تسکین چشم بهتر است حداقل ۲۵ میلی‌متر باشد.

ث-۳ نیاز به همگرایی

زاویه همگرایی، α، زاویه بین محور بینایی چشم چپ و راست است. شکل (ث-۱) را ببینید، این زاویه به صورت زیر است :

(ث-۱)

$$\propto = 2\tan^{-1}(i/2D)$$

که در آن:

D فاصله از نقطه گره چشم ها در امتداد صفحه ساجیتال میانی به نقطه ای تثبیت شده، F، در فضا؛

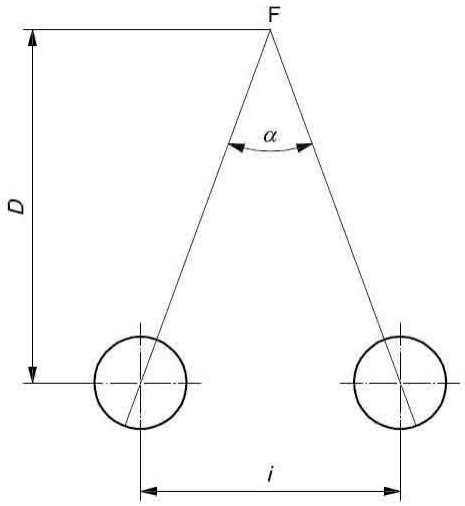
i فاصله بین مرکز دو مردمک است.

هنگامی که دو صفحه نمایشگر از یک صفحه نمایشگر مجازی دوچشمی، در مقابل چشم باشد، کاربر به همگرایی چشم به منظور درک تصاویر و ترکیب آنها برای داشتن درک واحد، نیاز دارد. وضعیت همگرایی چشم که برای هماهنگی دوچشمی لازم است، نیاز همگرایی در سامانه صفحه نمایشگر مجازی دوچشمی است.

سامانه بهتر است نیاز به همگرایی در جهت‌های متفاوت از محور دیداری موازی، یعنی در جهت حداکثر محدوده دیداری، را ایجاد ننماید.

تقاضای همگرایی بهتر است بین ۰ درجه تا ۱۰ درجه و ترجیحا بین۲درجه تا ۱۰ درجه باشد.

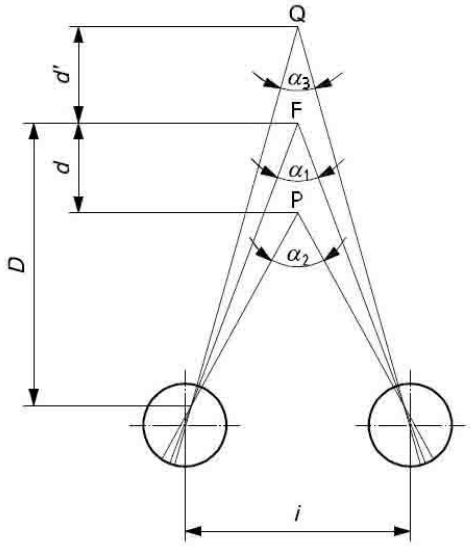
1-Head-worn
2-Biocular



شکل ث-۱ همگرایی

ث-۴ اختلاف افقی

اختلاف افقی، تفاوت در موقعیت نسبی از تصاویر دیداری ازیک شیء بر روی دو شبکیه است. اختلاف تصویرافقی در شبکیه ازنقطه ثابت F، با توجه به نقطه P ، برابر است با تفاوت بین زاویه همگرایی مورد نیاز برای متمرکز شدن بر F و زاویه همگرایی مورد نیاز برای متمرکز شدن بر P، اختلاف تصویر افقی بین دو نقطه F و P برابر است با $\alpha_1 - \alpha_2$. نقطه P نسبت به نقطهF دارای اختلاف همگرا یا عبوری است، درحالی‌که نقطه Q نسبت به نقطهF دارای اختلاف همگرا یا غیرعبوری است(شکل ث-۲)



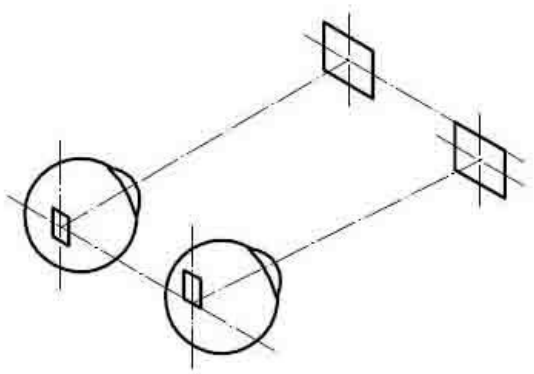
شکل ث-۲ اختلاف افقی

در صورت اجتناب از ادراک گودی، نابرابری درصفحه نمایشگر مجازی بهتر است کمتر از ′۲۰کمان باشد.

اگرادراک گودی، هدف صفحه نمایشگر است، اختلاف افقی غیرعبوری بهتر است نیاز به همگرایی در جهت‌های متفاوت از محور دیداری موازی، یعنی در جهت حداکثر محدوده دیداری، را ایجاد ننماید.
اگرمحدودیت ذکر شده در نظر گرفته می‌شود و از یک صفحه نمایشگر مشاهده غیر مستقیم استفاده می‌گردد، اختلاف افقی عبوری و یا غیرعبوری نسبت به نقطه ثابت با زمان ارائه بیش از ۲۰۰میلی‌ثانیه، بهتر است کمتر یا مساوی از دو درجه وکمتر یا مساوی ′۱۵کمان، با زمان ارائه کمتر از ۲۰۰میلی‌ثانیه باشد.

ث-۵ انحراف عمودی ازصفحه‌های نمایشگر

شکل (ث-۳) انحراف عمودی از یک صفحه نمایشگر را نشان می‌دهد .



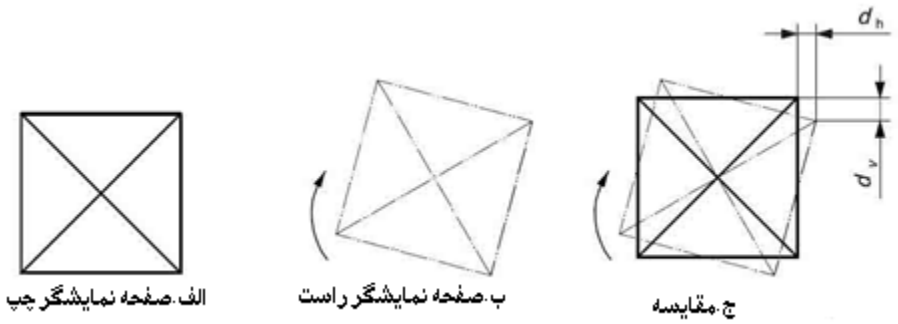
شکل ث- ۳ انحراف عمودی ازصفحه نمایشگر

انحراف عمودی به موقعیت عمودی از دو صفحه نمایشگر نسبت به یکدیگر اشاره می‌کند. اگر هیچ انحراف عمودی وجود ندارد و کاربر دقیقا درنقاط متناظر در دو صفحه نمایشگر ثابت قرار می‌گیرد، محورهای دیداری، یک صفحه را تشکیل می‌دهند. میزان انحراف عمودی، انحراف کل محور دیداری ازاین صفحه است.
توصیه‌هایی برای گستره انحراف عمودی مناسب از′۳ تا ′۳۴ کمان می‌باشد (برای بررسی به مرجع [۸] نگاه کنید).توصیه‌های مختلف مبتنی بر پیش‌فرض‌های مختلف مربوط به زمان استفاده ازدستگاه و تجربه قابل قبول کاربر است. بااین‌حال، اگر معیارهای راحتی استفاده شده و فرض بر این است که صفحه‌های نمایشگر مجازی دوچشمی برای دوره‌های طولانی‌تر استفاده می‌گردد، انحراف عمودی از یک صفحه نمایشگر دوچشمی بهتر است از ′۸٫۶کمان تجاوز نکند.

ث-۶ تفاوت چرخش درون چشمی[1]

تفاوت چرخش بین دو صفحه نمایشگر از یک صفحه نمایشگر مجازی دوچشمی یا بیوکیولار است. در شکل (ث-۴)، مستطیل پررنگ نشان‌دهنده‌ی موقعیت یک صفحه نمایشگر و مستطیل هاشورزده نمایانگر صفحه نمایشگر دوم است.

1-Interocular



راهنما:

d_h انحراف افقی

d_v انحراف عمودی

شکل ث-۴ تفاوت چرخش درون چشمی

اگرفرض بر این است که زمینه‌های دیداری از یک صفحه نمایشگر مجازی دوچشمی کاملا با هم تداخل دارند. حداکثر مجاز تفاوت چرخش، R، دردقیقه کمان، ازحداکثر محاسبه اجازه انحراف عمودی،V، و زمینه‌ها از این دیدگاه،FOV، دردرجه است، در منابع [۱۸] و [۱۳] بیان شده است:

(ث-۲)

$$R = V \times \sin(FOV/2)$$

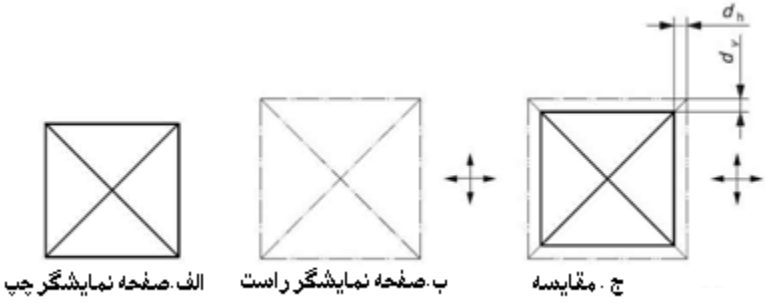
جدول(ث-۱) نتیجه تفاوت چرخش حداکثر زمانی، که انحراف عمودی ۸/۶′ کمان الکتریکی استفاده می‌شود، به عنوان حداکثر مجاز انحراف عمودی را توصیف می‌کند.

جدول ث-۱ حداکثر مقدار مجاز تفاوت چرخش

حداکثر مقدار مجاز تفاوت چرخش دقیقه از کمان	**FOV درجه از کمان**
۳۳٫۲۳	۳۰
٤۹٫٥۳	٤۰
۲٥٫۱٤	٥۰
۲۰٫۳٥	٦۰
۱۷٫۲۰	۷۰
۱٤٫۹۹	۸۰
۱۳٫۳۸	۹۰
۱۲٫۱٦	۱۰۰
۱۱٫۲۳	۱۱۰
۱۰٫٥۰	۱۲۰

ث-۷ تفاوت بزرگنمایی درون چشمی

تفاوت در بزرگنمایی بین دو صفحه نمایشگر از یک صفحه نمایش مجازی دوچشمی یا بیوکیولار است. در شکل (ث-۵)، مستطیل پررنگ نشان دهنده موقعیت یک صفحه نمایشگر و مستطیل هاشورزده نمایانگر صفحه نمایشگر دوم است.



راهنما:

d_h انحراف افقی

d_v انحراف عمودی

شکل ث-۵ تفاوت بزرگنمایی درون چشمی

اگرفرض بر این است که زمینه‌های دیداری ازیک صفحه نمایشگر مجازی دوچشمی کاملا با هم تداخل دارند. حداکثر مجاز تفاوت بزرگنمایی، d، بر حسب درصد، از حداکثر اجازه انحراف عمودی،V، وزمینه‌ها از این دیدگاه،FOV ، بر حسب درجه، محاسبه شده است، در منابع[۶] [۱۲] بیان گردیده است.

$$d = 0{,}33V/FOV$$

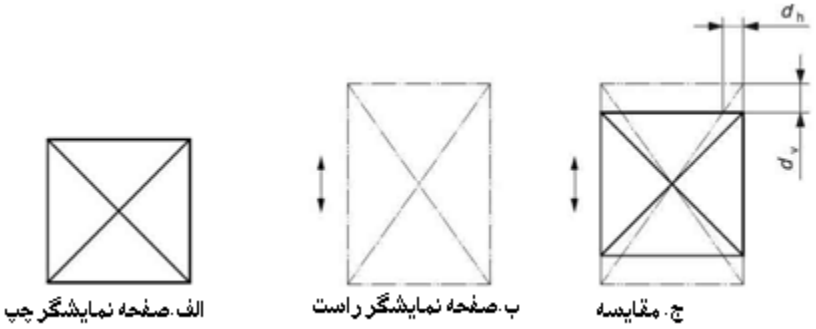
جدول(ث-۲) نتیجه تفاوت بزرگنمایی حداکثر، زمانی که انحراف عمودی ۸٫۶′کمان الکتریکی به عنوان یک حداکثر مجاز انحراف عمودی استفاده می شود را توصیف می کند.

جدول ث-۲ حداکثر مقدار مجاز تفاوت بزرگنمایی

حداکثر مقدار مجاز تفاوت بزرگنمایی (درصد)	**FOV (درجه از کمان)**
۰٫۹۵	۳۰
۰٫۷۲	۴۰
۰٫۵۷	۵۰
۰٫۴۸	۶۰
۰٫۴۱	۷۰
۰٫۳۶	۸۰
۰٫۳۲	۹۰
۰٫۲۹	۱۰۰
۰٫۲۶	۱۱۰
۰٫۲۴	۱۲۰

ث-۸ تفاوت بزرگنمایی عمودی درون چشمی

تفاوت در بزرگنمایی عمودی بین دو صفحه نمایشگر از یک صفحه نمایشگر مجازی دوچشمی یا بیوکیولار است. در شکل (ث-۶)، مستطیل پررنگ نشان‌دهنده موقعیت یک صفحه نمایشگر و مستطیل ادغام شده نمایانگر صفحه نمایشگر دوم است. مقدار انحراف عمودی ناشی ازتفاوت بزرگنمایی عمودی بهتر است از ´۸٫۶کمان تجاوز نکند.



راهنما:

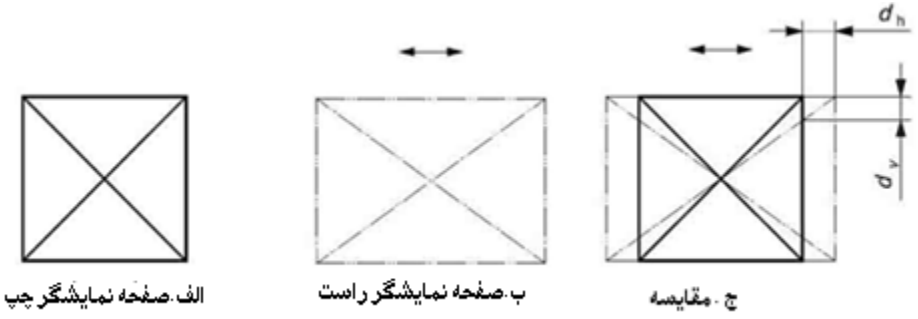
d_h انحراف افقی

d_v انحراف عمودی

شکل ث-۶ تفاوت بزرگنمایی عمودی درون چشمی

ث-۹ تفاوت بزرگنمایی افقی درون چشمی

تفاوت در بزرگنمایی افقی بین دو صفحه نمایشگر از یک صفحه نمایشگر مجازی دوچشمی یا بیوکیولار است. در شکل (ث-۷)، مستطیل پررنگ نشان‌دهنده موقعیت یک صفحه نمایشگر و مستطیل هاشور زده نمایانگر صفحه نمایشگر دوم است.



راهنما:

d_h انحراف افقی

d_v انحراف عمودی

شکل ث-۷ تفاوت بزرگنمایی عمودی درون چشمی

تفاوت بزرگنمایی افقی بین صفحه‌های نمایشگر بهتر است به نحوی باشد که این اختلاف منجر به همگرایی در جهت‌های متفاوت ازمحور دیداری موازی، یعنی در جهت حداکثر محدوده دیداری نشود.

اگر محدوده ذکر شده است در نظر گرفته شود، اختلاف عبوری و یا غیرعبوری افقی نسبت به نقطه ثابت با زمان ارائه بیش از ۲۰۰میلی‌ثانیه بهتر است کمتر یا مساوی ۲° و۱۵′کمان، با زمان ارائه کمتر یا مساوی ۲۰۰میلی-ثانیه باشد.

ث-۱۰ تفاوت درخشندگی درون چشمی

تفاوت درخشندگی نور در نمایش چشم چپ و راست بهتر است از ۱۰٪ بیشتر نشود.

ث-۱۱ تفاوت تمرکز درون چشمی

تفاوت تمرکز در نمایش چشم چپ و راست بهتر است از۰٫۲۵ Dتجاوز نکند.

ث-۱۲ ناهماهنگی زمانی

ناهماهنگی زمانی، ازمحرک‌های ارائه شده به چشم چپ و راست، بهتر است از۱۰۰میلی‌ثانیه تجاوز نکند..

ث-۱۳ فاصله کانونی

اگر از فاصله کانونی ثابت استفاده می‌شود، فاصله کانونی بهتر است کمتر از ۴۰سانتی‌متر نباشد. فاصله بیش از ۱۰۰سانتی‌متر ترجیح داده می شود.

ث-۱۴ فاصله درون چشمی

اگر فاصله درون چشمی قابل تغییر است، بهتر است حداقل ۵۰ میلی متر تا ۷۴ میلی‌متر باشد (این اندازه ٪ ۹۸ از جمعیت را پوشش می دهد).

اگر فاصله درون چشمی ثابت شده است، موارد زیر توصیه می شود:

اگرفاصله بین دو محور مردمک کاربر با فاصله درون چشمی دستگاه مطابقت ندارد، مراکز نوری چشم با عدسی سامانه متحد المرکز نیست، که این امر می تواند منجر به نیاز به همگرایی‌های اضافی شود. نیاز به همگرایی ناشی از فاصله درون چشمی دستگاه بهتر است در جهت‌های متفاوت از محور دیداری موازی، یعنی در جهت حداکثر محدوده دیداری نباشد.

عدم تطابق بین فاصله بین دو محور مردمک کاربر و فاصله درون چشمی سامانه، بهتر است نیاز به عدم تطابق مشابه[1]بیش از۰٫۲۵Dرا ایجاد ننماید.

عدم تطابق بین فاصله بین دو محور مردمک کاربر و فاصله درون چشمی سامانه بهتر است عدم تنظیم عمودی بزرگتر از ′۸٫۶ کمان را ایجاد ننماید.

ث-۱۵ تفاوت انحنای میدان

تفاوت درون چشمی درانحنای میدان، بهتر است نیاز به تمرکز تطابقی ناهمسان بیش از۰٫۲۵ Dرا ایجاد ننماید.

1- Unisoaccomodative

پیوست ج
(اطلاعاتی)
کتاب‌نامه منتخب
(دسترسی به صفحه نمایشگر دیداری الکترونیکی)

ج-۱ کلیات

لیست مراجع در این پیوست بهتر است بعنوان نکته شروع برای طراحان محصول (توسعه‌دهندگان و کاربران تجهیزات الکترونیکی که برای فراهم‌آوردن ویژگی‌های قابلیت دسترسی در تولیداتشان برنامه‌ریزی می‌کنند) در نظر گرفته شود. این مراجع ارائه شده برای قابلیت دسترسی، کامل و یا جامع نیستند. ناحیه دسترسی به عنوان یک چالش جهانی تشخیص داده می شود و در نتیجه منجر به تلاش هایی در مقیاس جهانی - بصورت سیاسی و نیز فنی- می‌گردد. مراجع لیست شده، راهنمایی‌های اولیه را فراهم می‌کنند و به‌عنوان یک منبع اطلاعات فنی، قابل استفاده می‌باشد.

ج-۲ منابع

آدرس‌های اینترنی می‌تواند تغیر کند و آدرس‌های وب که در ادامه ارائه شده، مطابق با آدرس‌های موجود در زمان انتشار این بخش از ایزو بوده است. به کاربران توصیه می‌شود تا درستی آن را چک کنند. برخی از مستندات فقط از طریق نمایندگی‌های منتشر کننده قابل دسترس می‌باشند.

- The World Wide Web Consortium (W3C). The developer of interoperable technologies (specifications, guidelines, software and tools), the W3C is cited by many countries throughout the world as the core technical source for software accessibility:
  http://www.w3.org/

- ISO/TS 16071:2003, *Ergonomics of human-system interaction — Guidance on accessibility for human-computer interfaces*.Available from ISO.

- HFES 200, Human Factors Engineering of Software User Interfaces (canvass draft 2006). Multi-part draft standard developed by the USA's Human Factors and Ergonomics Society, intended to be published as an expanded US version of the ISO 9241 software-related parts 10 to 17. One part deals with software accessibility, including Web access. See also Reference [1].

- US Section 508. Technical standards for Web-based applications, software and operating systems, telecommunications products, video and multimedia products, desktops and hardware. An official starting point for any developer to understand what needs to be done:
  http://www.section508.gov/index.cfm?FuseAction=Content&ID=12

- UNE 139801, Aplicaciones informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al ordenador. *Hardware*.(*Computer applications for people with*

disabilities.Computer accessibility requirements.Hardware.). Published by the Spanish Association for Standardisation and Certification (AENOR), Spanish version only available:
http://www.aenor.es/desarrollo/inicio/home/home.asp

- *Nordic Guidelines for Computer Accessibility*, second edition: Provides public and private procurers with accessibility requirements to be included in or referred to in calls-for-proposal for personal computer systems and similar systems. Published by the Nordic Cooperation on Disability:
http://trace.wisc.edu/docs/nordic_guidelines/nordic_guidelines.htm

- DIN TR 124, *Products in Design for All*. Deutsches Institut für Normung e. V.(DIN) Technical Report containing guidelines and recommendations for the development of technical products so that "as many people as possible can use the products as intended - if readily achievable."

- ISO/IEC Guide 71, *Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities*. Available from ISO.

- CEN/CENELEC Guide 6, *Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities* (January 2002).

پیوست چ
(اطلاعاتی)
کتاب‌نامه

[1] HFES 100, *Human Factors Engineering of Computer Workstations* (second canvass draft 2006)

[2] ISO/IEC 10646, *Information technology — Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS)*

[3] ISO 9241-12:1998, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) —Part 12: Presentation of information*

[4] ISO 9241-3:1992, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) —Part 3: Visual display requirements*

[5] ISO 13406-2:2001, *Ergonomic requirements for work with visual displays based on flat panels — Part 2: Ergonomic requirements for flat panel displays*

[6] WENTWORTH, J.W. *Color Television Engineering,* p. 110, McGraw-Hill, New York, USA (1955)

[7] FARREL, R.J., BOOTH, J.M. *Design handbook for imagery interpretation equipment,* Boeing document D180-19063-1 (reprint, with corrections of 1975 original), Boeing Aerospace Company, Seattle, Washington 98124 (1984)

[8] SELF, H.C. *Optical tolerances for alignment and image differences for binocular helmet-mounted displays,* Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory, Technical Report (AAMRL-TR-86-019) (1986)

[9] VELGER, M. *Helmet-mounted displays and sights,* Artech House, USA (1998)

[10] PELI, E. *Optometric and perceptual issues with head-mounted displays,* In Mourolis, P. (Ed.) Visual instrumentation. Optical design and engineering principles, McGraw-Hill 1999, USA (1998)

[11] GOSS, D. *Ocular accommodation, convergence, and fixation disparity,* A manual of clinical analysis, 2nd edition, Butterworth-Heinemann, USA (1995)

[12] HOWARD, I.P., ROGERS, B.J. *Binocular vision and stereopsis,* Oxford University Press/Clarendon Press, USA (1995)

[13] ANSI Z87.1:1989, *Practice for Occupational and Educational Eye and Face Protection* (R1998)

[14] BOFF, K.R. LINCOLN, J.E. *Engineering Data Compendium, Human Perception and Performance: three volume set including Users Guide*, Harry G Armstrong Aerospace (1986)

[15] KOKOSCHKA, S., *Beleuchtung, Bildschirm, Sehen,* Habilitationsschrift. Karlsruhe (1989)

[16] BLACKWELL, O.M., BLACKWELL H.R. *Visual performance data for 156 normal users of varying age*, Journal of IES. (October 1971)

[17] CIE 145:2002, *The correlation of models for vision and visual performance*4) [1]

[18] LANG, H. *Farbmetrik und Farbfernsehen*, R. Oldenbourg (1978)

[19] ISO 13407:1999, *Human-centred design processes for interactive systems*

[20] ISO 6385:2004, *Ergonomic principles in the design of work systems*

[21] ISO/CEI 8995-1:2002, *Lighting of work places — Part 1: Indoor*

[22] CIE 17.4:1989/IEC 50:1989, *International Lighting Vocabulary*5) [2]

[23] Council Directive 90/270/EEC of 29 May 1990 on the minimum safety and health requirements for work with display screen equipment

1- International Commission on Illumination.

2- International Commission on Illumination.