

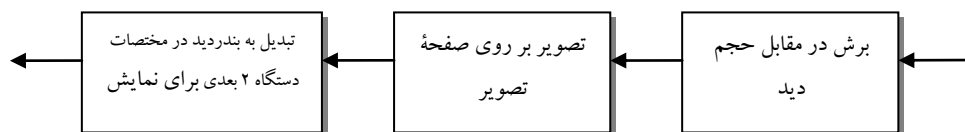
فصل پنجم

نگرش سه بعدی

فرآیند نگرش سه بعدی ذاتاً پیچیده تر از فرآیند نگرش دوبعدی است. در حالت دو بعدی ما بطور ساده یک پنجره بر روی دنیای دو بعدی مشخص می کنیم و یک بندردید بر روی صفحه دید دو بعدی. بصورت مفهومی، اشیاء در جهان در مقابل یک پنجره برش داده می شوند و سپس به بندر دید برای نمایش تبدیل می شوند. قسمتی از پیچیدگی بیشتر دید سه بعدی به علت بعد اضافه شده و قسمتی بوسیله این واقعیت که دستگاههای نمایش دو بعدی هستند ناشی می شود.

حل این عدم انطباق بین اشیاء سه بعدی و نمایشگرهای دو بعدی بوسیله معرفی تصویرها^۱ (یا افکنشها) انجام می گیرد که اشیاء سه بعدی را بر روی یک صفحه تصویر دو بعدی تبدیل می کنند. بیشتر مباحث این قسمت به تصاویر اختصاص داده شده است.

در نگرش سه بعدی، یک حجم دید^۲ در جهان مشخص می کنیم به همراه یک تصویر به صفحه تصویر، و یک بندر دید بر روی صفحه دید. بصورت مفهومی، اشیاء در جهان سه بعدی در مقابل یک حجم دید سه بعدی برش داده می شوند و سپس تصویر می گردند. محتوای تصویر حجم دید بر روی صفحه تصویر که پنجره نامیده می شود سپس بر روی بندر دید برای نمایش تبدیل می گردد. شکل ۱ این مدل مفهومی از فرآیند نگرش سه بعدی را نشان می دهد.



شکل ۱- مدل مفهومی فرآیند نگرش سه بعدی.

عیناً همانند نگرش دو بعدی، استراتژیهای گوناگونی می توانند استفاده شود که این فرآیند دید را پیاده سازی کنند. استراتژیها لازم نیست که مشابه با مدل مفهومی باشند تا آنجائیکه نتایج همانهایی باشند که بوسیله مدل تعریف شده اند. یک استراتژی نوعی برای نمایش خطوط بصورت قاب سیمی^۳ در این قسمت توضیح داده خواهد شد.

تصاویر

بطور کلی، تصاویر نقاط در یک دستگاه مختصات n بعدی را به نقاط در یک دستگاه مختصات با ابعادی کوچکتر از n تبدیل می کنند. در اینجا ما خود را به تصاویر از سه بعد به دو بعد محدود می کنیم. تصویر یک شیء سه بعدی بوسیله اشعه های تصویری مستقیم، که تصویرگر^۴ نامیده می شوند، و از یک مرکز تصویر سرچشمه گرفته، از هر نقطه شیء عبور می کنند و با صفحه تصویر برخورد می کند تا تصویر را شکل دهند تعریف می گردد. شکل ۲ دو تصویر مختلف از

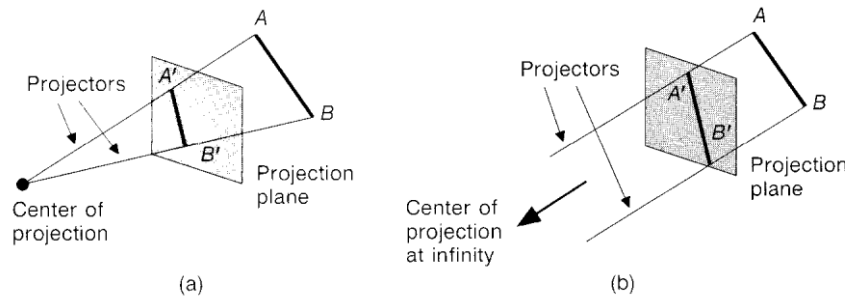
¹ projections

² view volume

³ wire-frame

⁴ projector

یک خط مشابه را نشان می دهد. خوشبختانه، تصویر یک خط خودش یک خط است، بنابراین فقط نقاط انتهائی در عمل بایستی تصویر شوند.



شکل ۲

دسته ای از تصاویر که در اینجا با آنها سروکار داریم به عنوان تصاویر هندسی صفحه ای^۵ هستند. زیرا تصویر بر روی یک صفحه است به جای آنکه بر روی یک سطح منحنی باشد و از تصویر گرهای مستقیم به جای تصویر گرهای منحنی استفاده می کند. بسیاری از تصویرهای نقشه برداری یا غیر صفحه ای یا غیر هندسی هستند. از این به بعد تصاویر هندسی صفحه ای بطور ساده به عنوان تصاویر رجوع می شوند و به دو دسته اساسی می توانند تقسیم شوند: پرسپکتیو و موازی. تمایز آنها در رابطه مرکز تصویر با صفحه تصویر می باشد. اگر مسافت از یکی به دیگری محدود باشد آنگاه تصویر پرسپکتیو می باشد، اگر فاصله نامحدود باشد تصویر موازی است. شکل ۲ این دو مورد را نشان می دهد.

تصویر موازی به این علت نامگذاری شده است که با بودن مرکز تصویر در بی نهایت تصویر گرهای موازی هستند. هنگام تعریف یک تصویر پرسپکتیو، بطور صریح مرکز تصویر آنرا مشخص می کنیم. برای یک تصویر موازی ما جهت تصویر آنرا معین می کنیم. مرکز تصویر یک نقطه است که مختصات همگنی بصورت $(x, y, z, 1)$ دارد. چون جهت تصویر یک بردار است (یعنی اختلاف بین نقاط)، می تواند بوسیله تفریق دو نقطه $d = (x, y, z, 1) - (x', y', z', 1) = (a, b, c, 0)$ محاسبه شود. بنابراین جهتها و نقاط در بی نهایت بصورت طبیعی متناظرند. یک تصویر پرسپکتیو که مرکز آن نقطه ای در بی نهایت باشد یک تصویر موازی می شود.

اثر بینائی یک تصویر پرسپکتیو مشابه اثر آن در سیستمهای عکسبرداری و سیستم بینائی انسان می باشند و به عنوان کوچکنمائی پرسپکتیو^۶ شناخته می شود. اندازه تصویر پرسپکتیو یک شیء بصورت معکوس با فاصله آن شیء از مرکز تصویر تغییر می کند. بنابراین اگر چه تصویر پرسپکتیو اشیاء ممکن است واقعی به نظر برسد، آن بطور خاص برای ضبط شکل دقیق و اندازه اشیاء مفید نیست. مسافتها را نمی توان از تصویرها گرفت، زاویه ها فقط برای آن جوهی از شیء که به موازات صفحه تصویر هستند نگهداری می شوند، و خطوط موازی بطور کلی بصورت خطوط موازی تصویر نمی شوند.

تصویر موازی کمتر یک دید واقعی می باشد زیرا فاقد کوچکنمائی پرسپکتیو می باشد، اگر چه می تواند ثابتهای کوچکنمائی مختلفی در طول هر محور داشت. این تصویر می تواند برای اندازه گیریهای دقیق استفاده شود و خطوط موازی، موازی باقی می مانند. همانند تصویر پرسپکتیو، زوایا فقط در وجهی از شیء که به موازات صفحه تصویر هستند نگهداری می شوند.

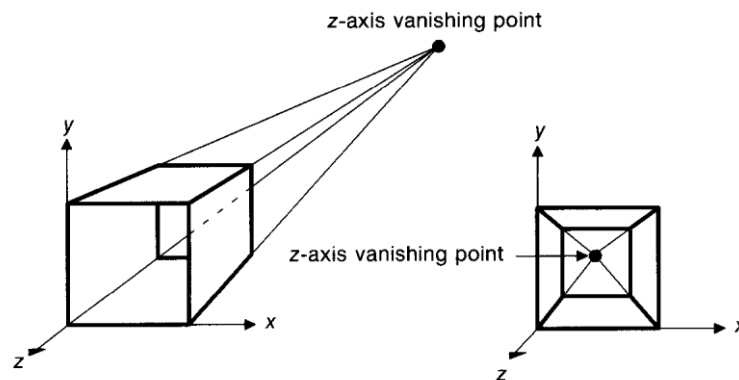
⁵ planar geometric projections

⁶ perspective foreshortening

تصاویر پرسپکتیو

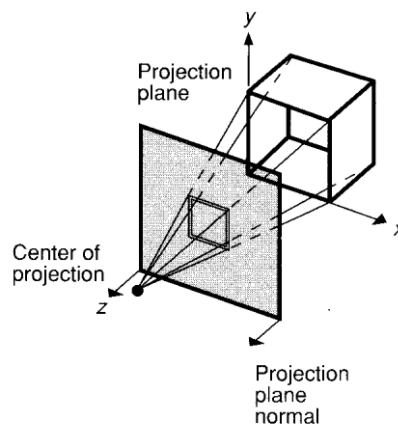
تصاویر پرسپکتیو هر مجموعه از خطوط موازی که به موازات صفحه تصویر نیستند به یک نقطه محو شدن^۷ همگرا می شوند. در حالت سه بعدی، خطوط موازی فقط در بی نهایت همدیگر را ملاقات می کنند، بنابراین این نقطه محو شدن می تواند به عنوان تصویر یک نقطه در بی نهایت در نظر گرفته شود. مسلماً تعداد زیادی نقطه محو شدن وجود دارند، یکی برای هر یک از جهت‌های نامتناهی که خط می تواند دارا باشد.

اگر مجموعه خطوط به موازات یکی از سه محور اصلی باشد، نقطه محو شدن یک نقطه محو شدن محوری^۸ نامیده می شود. حداکثر سه تا از چنین نقاطی وجود دارند، متناظر با تعداد محورهای اصلی که بوسیله صفحه تصویر بریده می شود. برای مثال، اگر صفحه تصویر فقط محور Z را ببرد (و بنابراین عمود به آن باشد) فقط محور Z دارای یک نقطه محو شدن محوری می باشد، زیرا خطوط موازی با محور Y یا محور X به موازات صفحه تصویر هستند و هیچ نقطه محو شدن ندارند.



شکل 3

تصاویر پرسپکتیو توسط تعداد نقاط محو شدن محوری (اصلی) دسته بندی می شوند و بنابراین این بوسیله تعداد محورهای که صفحه تصویر را قطع می کنند. شکل 3 دو تصویر پرسپکتیو یک نقطه ای مختلف از یک مکعب را نشان می دهد.



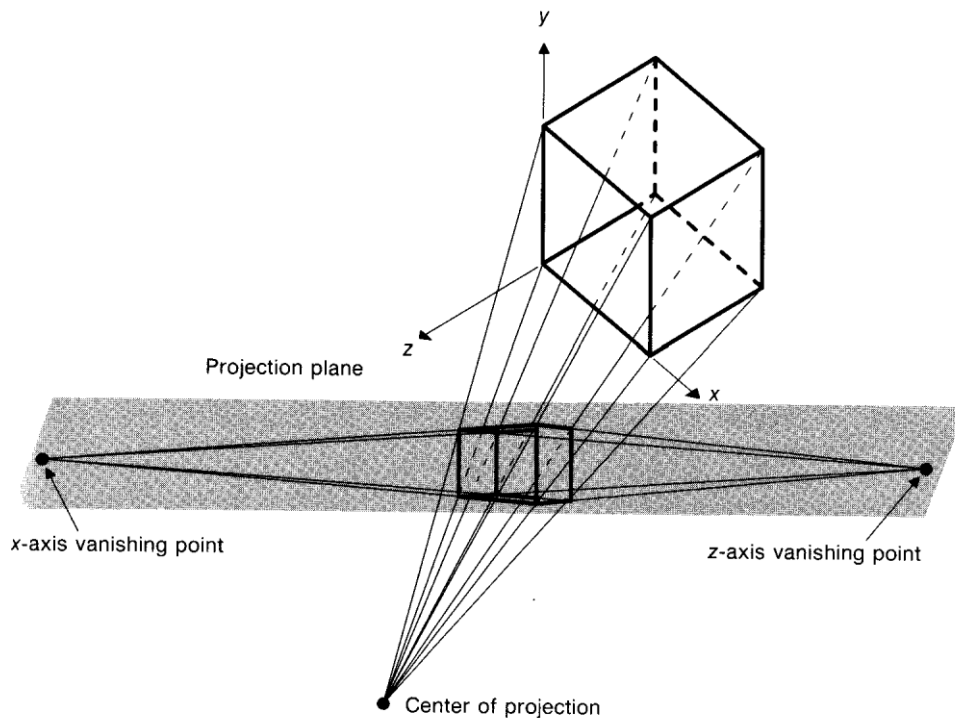
شکل ۴

⁷ vanishing point

⁸ axis vanishing point

واضح است که آنها تصاویر یک نقطه ای هستند زیرا خطوط به موازات محورهای X و Y همگرا نمی شوند، فقط خطوط به موازات محور Z چنین هستند. شکل ۴ ساخت یک تصویر یک نقطه ای با تعدادی از تصویرگرها و با صفحه تصویر که فقط محور Z را قطع می کند نشان می دهد.

شکل ۵ ساخت یک تصویر پرسپکتیو دو نقطه ای را نشان می دهد. دقت کنید که خطوط به موازات محور Y در تصویر به هم نمی رسند. پرسپکتیو دو نقطه ای معمولاً در معماری، مهندسی، طراحی صنعتی و رسمهای تبلیغاتی استفاده می شوند. پرسپکتیو سه نقطه ای به ندرت استفاده می شوند زیرا آنها واقعیت کمتری بیش از آنچه بوسیله پرسپکتیو دو نقطه ای ارائه می شود اضافه می کنند.



شکل ۵

تصاویر موازی

تصاویر موازی به دو نوع تقسیم بندی می شوند بستگی به رابطه بین جهت تصویر و عمود به صفحه تصویر. در تصاویر موازی/ارتگرافیک^۹، این جهتها مشابهند (یا در جهت عکس یکدیگرند)، بنابر این جهت تصویر عمود به صفحه تصویر است. برای تصویر موازی مایل^{۱۰} این خاصیت برقرار نیست.

معمولترین انواع تصاویر ارتگرافیک عبارتند از تصاویر بلندی جلو^{۱۱}، بلندی بالا^{۱۲} (که بلندی صفحه^{۱۳} نیز نامیده می شود)، و بلندی کنار^{۱۴}. در همه اینها، صفحه تصویر عمود است به یک محور اصلی، که بنابر این جهت تصویر می باشد.

⁹ orthographic

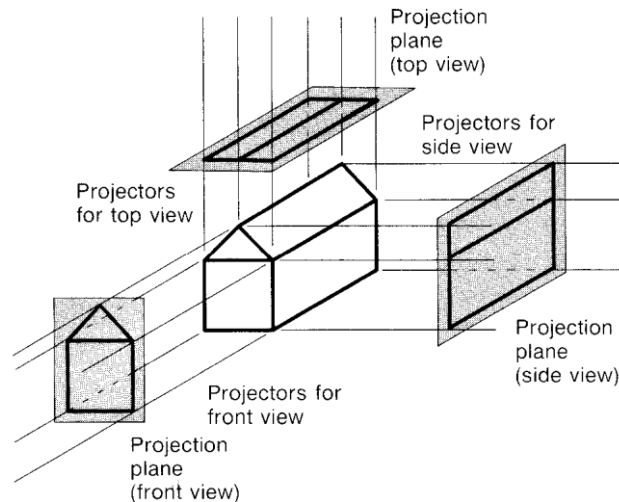
¹⁰ oblique

¹¹ front-elevation

¹² top-elevation

¹³ plane-elevation

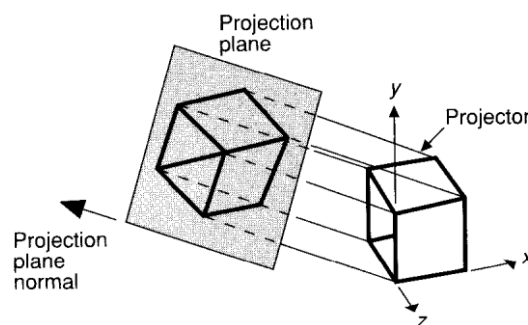
¹⁴ side-elevation



شکل ۶

شکل ۶ ساخت این سه تصویر را نشان می دهد، آنها اغلب در رسمهای مهندسی برای نمایش قطعات ماشینی و ساختمانها استفاده می شوند چون مسافتها و زوایا می توانند از آنها اندازه گیری شوند. چون هر یک از تصاویر فوق فقط یک روی شی را رسم می کند طبیعت سه بعدی شی تصویر شده می توانند برای تصور مشکل باشد، حتی اگر تصاویر متعددی از شی مشابه بطور همزمان مطالعه شوند.

تصاویر *ارتگرافیک اکسنتریک*^{۱۵} صفحه های تصویری استفاده می کنند که عمود به یک محور اصلی نیستند و بنابر این وجه های متعددی از یک شی را فوراً نمایش می دهند. آنها مشابه تصویر پرسپکتیو می باشند به این روش، ولی به این صورت تفاوت دارند که کوچکنمایی یکنواخت است به جای آنکه در رابطه باشد با مسافت از مرکز تصویر. موازی بودن خطوط حفظ می شود اما زوایا نه، در حالیکه مسافتها می توانند در طول هر محور اصلی اندازه گیری شود (بطور کلی با ضرائب بزرگنمایی متفاوت).



شکل ۷

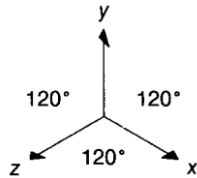
تصویر *آیزومتریک*^{۱۶} یک تصویر اکسنتریک است که معمولاً استفاده می شود. عمود صفحه تصویر (و بنابر این جهت تصویر) زوایای برابری با هر یک از محوره های اصلی می سازد. اگر عمود صفحه تصویر عبارت باشد از (d_x, d_y, d_z) آنگاه نیاز داریم که $|d_x| = |d_y| = |d_z|$ یا $\pm d_x = \pm d_y = \pm d_z$. فقط هشت جهت (یکی در هر یک از ۱/۸ ها)

^{۱۵} axonometric orthographic

^{۱۶} isometric

وجود دارند که این شرط را ارضا می کنند. شکل ۷ ساخت یک تصویر آیزومتریک در طول یک چنین جهتی $(1, -1, 1)$ را نشان می دهد.

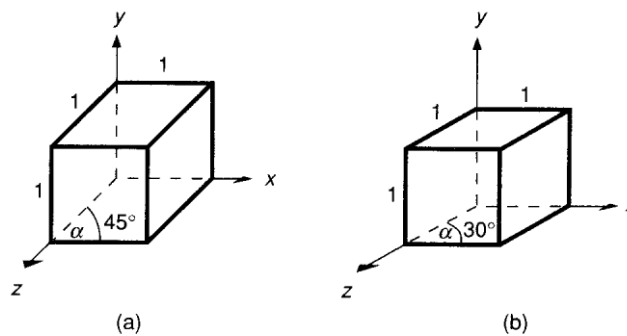
تصویر آیزومتریک یک خاصیت مفید دارد که هر سه محور اصلی بصورت برابر کوچکنمائی می شود. بطوریکه اجازه می دهند اندازه گیریها در طول محورها انجام گیرد با بزرگنمائی برابر. به علاوه، محورهای اصلی بطوری تصویر می شود که زوایای برابری با یکدیگر می سازند چنانچه در شکل ۸ نشان داده شده است.



شکل ۸

تصاویر مایل، دسته دوم تصاویر موازی، دارای این تفاوت با تصاویر ارتگرافیک هستند که عمود صفحه تصویر و جهت تصویر متفاوتند.

دو نوع متداول تصاویر مایل تصاویر کاوالیر^{۱۷} و کابینت^{۱۸} هستند. برای تصاویر کاوالیر، جهت تصویر یک زاویه ۴۵ درجه با صفحه تصویر می سازد. در نتیجه، تصویر یک خط عمود به صفحه تصویر دارای اندازه ای برابر با خود خط است، یعنی هیچ کوچکنمائی وجود ندارد. شکل ۹ چند تصویر کاوالیر مربوط به مکعب واحد بر روی صفحه (X,Y) را نشان می دهد. خطوط کشیده شده تصاویر لبه های مکعب هستند که عمود به صفحه (X,Y) هستند و آنها تشکیل زاویه α با افق می دهند. این زاویه نوعاً ۳۰ یا ۴۵ درجه است.



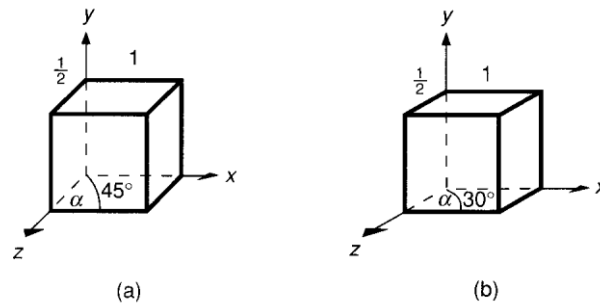
شکل ۹

تصاویر کابینت، همانند آنهایی که در شکل ۱۰ نمایش داده شده اند دارای جهت تصویری می باشند که یک زاویه $\arctg(2)=63.4$ درجه با صفحه تصویر می سازد. بنابر این خطوط عمود به صفحه تصویر بصورت نصف طول واقعیشان تصویر می شوند. تصاویر کابینت اندکی بیش از تصاویر کاوالیر واقعیت بنظر می رسند چون عمل کوچکنمائی به اندازه نصف بیشتر با تجربه بینائی ما سازگار است.

شکل ۱۱ کمک می کند که بوسیله تصویر گر ها با صفحه تصویر برای تصاویر کابینت و کاوالیر ساخته می شوند را توضیح داد. صفحه (X,Y) صفحه تصویر می باشد و نقطه p' عبارت است از تصویر $(0,0,1)$ بر روی صفحه تصویر.

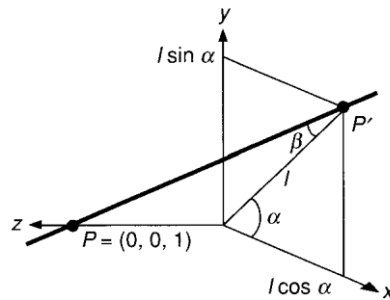
¹⁷ cavalier

¹⁸ cabinet



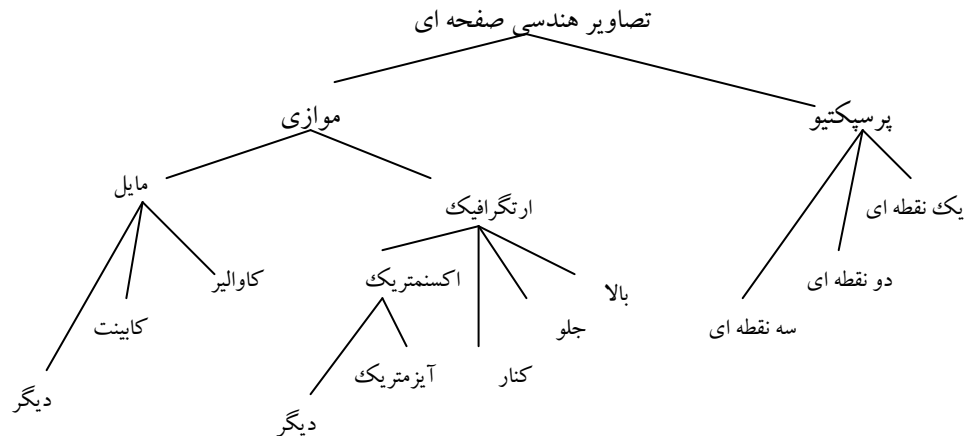
شکل ۱۰

زاویه α و طول l مشابه همانهایی هستند که در شکل 9 و شکل ۱۰ استفاده شدند و ما می توانیم آنها را بوسیله تغییر جهت تصویر کنترل کنیم (l عبارت از طولی که در آن بردار یکه محور Z بر روی صفحه (x,y) تصویر می شود. زاویه ای است که تصویر با محور x می سازد). با در نظر گرفتن جهت تصویر بصورت $(dx, dy, -1)$ ، از شکل در می یابیم که $dx = l \cos \alpha$ و $dy = l \sin \alpha$ با داشتن l و α مطلوب جهت تصویر عبارت است از $(l \cos \alpha, l \sin \alpha, -1)$.



شکل ۱۱

شکل ۱۲ رابطه منطقی بین انواع مختلف تصویر را نشان می دهد. چیز مشترکی که آنها را متحد می کند آن است که همه شامل یک صفحه تصویر و یا یک مرکز تصویر برای تصویر پرسپکتیو، یا یک جهت تصویر برای تصویر موازی هستند. می توان تصاویر پرسپکتیو و موازی را بیشتر واحد ساخت با تصور آنکه مرکز تصویر را بوسیله یک جهت از یک نقطه مرجع به مرکز تصویر، به اضافه مسافت از نقطه مرجع تعریف کنیم. هنگامیکه این مسافت به بی نهایت افزایش می یابد، تصویر تبدیل می شود به تصویر موازی. از این رو می توانیم همچنین بگوئیم که آن چیزی که این تصاویر را متحد می سازد آن است که آنها شامل یک صفحه تصویر، یک جهت به مرکز تصویر، و یک مسافت به مرکز تصویر هستند.



شکل ۱۲ تقسیم بندی افکنشهای هندسی صفحه ای.

مشخص کردن یک دید سه بعدی دلخواه

نگرش سه بعدی (همانگونه که قبلاً بحث شد) فقط شامل یک تصویر نمی باشد بلکه یک حجم دید که در مقابل آن دنیای سه بعدی برش داده می شود را نیز شامل می گردد. تصویر و حجم دید با یکدیگر تمام اطلاعاتی را که لازم است تا برش و تصویر در فضای سه بعدی انجام گیرد را مهیا می سازند. سپس تبدیل دو بعدی به مختصات دستگاه فیزیکی سر راست می باشد. حال ما بر مبنای مفاهیم تصویر هندسی صفحه ای که در قسمت قبل معرفی گردید نشان می دهیم که چگونه یک حجم دید مشخص می گردد.

صفحه تصویر، که از حالا به بعد صفحه دید می نامیم تا سازگار با متون گرافیکی باشد، بوسیله یک نقطه بر روی صفحه که نقطه مرجع دید^{۱۹} (VRP) نامیده می شود و یک عمود به صفحه که عمود صفحه دید^{۲۰} (VPN) نامیده می شود تعریف می گردد. صفحه دید می تواند هر جایی نسبت به اشیاء جهان که قرار است تصویر شوند باشد. آن ممکن است در جلو، گذر کرده از میان، یا در پشت اشیاء باشد. با داشتن صفحه دید، یک پنجره روی صفحه دید لازم است. نقش پنجره شبیه است به نقش یک پنجره دو بعدی، محتوای آن بر روی بندردید نگاشته می شود و هر قسمتی از جهان سه بعدی که بر روی صفحه دید تصویر شود و خارج از پنجره باشد نمایش داده نمی شود. خواهیم دید که پنجره همچنین نقش مهمی در تعریف حجم دید ایفا می کند.

برای تعریف یک پنجره بر روی صفحه دید، ما احتیاج به طریقی برای مشخص نمودن حداقل و حداکثر مختصات پنجره در طول دو محور عمود برهم داریم. این محورها بخشی از دستگاه مختصات مرجع دید^{۲۱} (VRC) سه بعدی هستند. مبدأ دستگاه VRC همان VRP می باشد. یک محور VRC نیز VPN می باشد. این محور، محور n نامیده می شود. یک محور دوم برای VRC از بردار دید بالا^{۲۲} (VUP) یافته می شود که جهت محور v بر روی صفحه دید را مشخص می کند. محور v به گونه ای تعریف می شود که تصویر VUP به موازات محور VPN بر روی صفحه دید

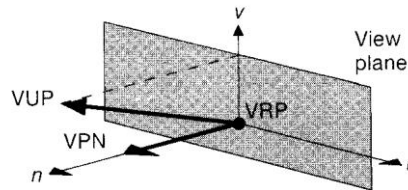
^{۱۹} view reference point

^{۲۰} view-plane normal

^{۲۱} viewing-reference coordinate

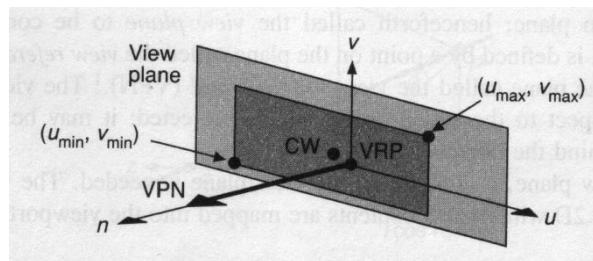
^{۲۲} view up vector

منطبق بر محور v است. جهت محور u چنان تعریف می شود که u ، v ، و n تشکیل یک دستگاه راست گرد بدهند چنانکه در شکل ۱۳ نشان داده شده است.



شکل ۱۳ صفحه دید بوسیله VRP و VPN مشخص می شود.

VRP و دو بردار VPN و VUP در دستگاه مختصات جهان^{۲۳} (WC) راست گرد مشخص می گردند. هنگامیکه دستگاه VRC تعریف شده، مقدار حداقل u و v پنجره می تواند تعریف شود همانند شکل ۱۴. این شکل نشان می دهد که پنجره لازم نیست نسبت به نقطه مرجع دید متقارن باشد و بطور صریح مرکز پنجره^{۲۴} CW را نشان می دهد.



شکل ۱۴ دستگاه مختصات مرجع دید (VRC) به همراه پنجره مشخص شده بر روی صفحه دید.

مرکز تصویر و جهت تصویر^{۲۵} (DOP) بوسیله یک نقطه مرجع تصویر^{۲۶} (PRP) به اضافه یک معین کننده نوع تصویر تعریف می گردند. اگر نوع تصویر پرسپکتیو باشد آنگاه PRP مرکز تصویر خواهد بود. اگر نوع تصویر موازی باشد، آنگاه DOP از PRP به CW می باشد. بطور کلی CW عبارت از VRP نمی باشد (که خود حتی لازم نیست درون محدوده های پنجره باشد).

PRP در دستگاه VRC مشخص می شود نه در دستگاه مختصات جهان. بنابر این هنگامیکه VUP یا VRP حرکت کنند مکان PRP نسبت به VRP تغییری نمی کند. مزیت این آن است که برنامه نویس می تواند جهت تصویر لازم را مشخص کند، برای مثال بوسیله یک تصویر کاوالیر و سپس VPN و VUP را تغییر دهد (و بنابر این VRC را تغییر دهد)، بدون محاسبه مجدد PRP که لازم است تا تصویر مطلوب را نگهداری کند. از طرف دیگر، حرکت PRP به اطراف برای بدست آوردن دیدهای متفاوت یک شی ممکن است مشکلتر باشد.

حجم دید آن قسمتی از جهان که بایستی برش داده شود و بر روی صفحه دید تصویر شود را محدود می کند. برای یک تصویر پرسپکتیو، حجم دید عبارت است از یک هرم نیمه نامتناهی که رأس آن در PRP است و لبه های آن از گوشه های پنجره عبور می کند. شکل ۱۵ یک حجم دید پرسپکتیو را نشان می دهد. مکانهای پشت مرکز تصویر در حجم دید واقع نمی شوند و بنابر این تصویر نمی شوند. در واقعیت البته چشمان ما یک حجم دید مخروطی گونه که بدون

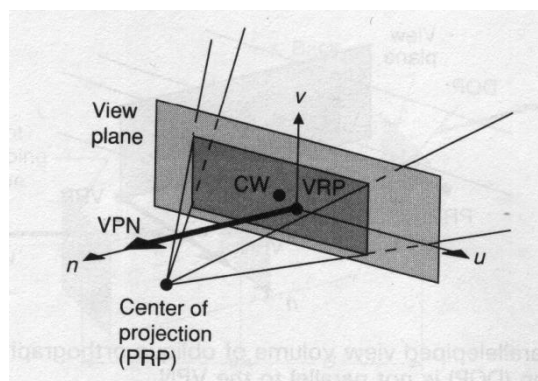
²³ world coordinate

²⁴ center of the window

²⁵ direction of projection

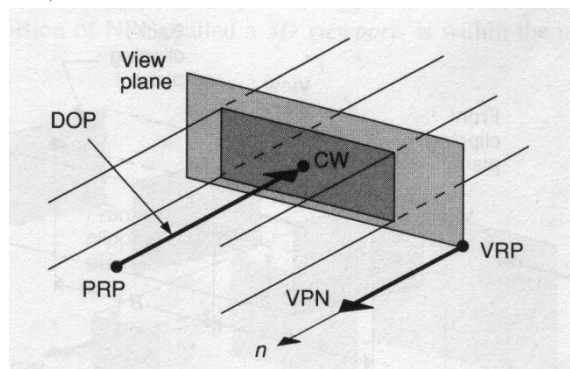
²⁶ projection reference point

قاعده شکل گرفته را می بیند. ولی یک حجم دید هر می بصورت ریاضی قابل تعقیب تر است و سازگار با مفهوم یک بندر دید مستطیل.

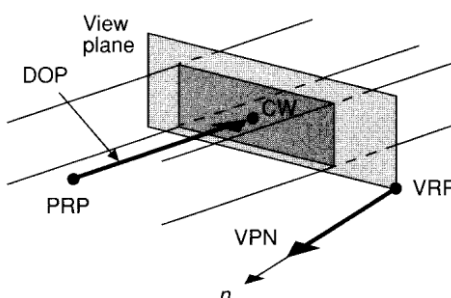


شکل ۱۵ حجم دید هرم نیمه متناهی برای افکنش پرسپکتیو.

برای تصاویر موازی، حجم دید یک منشور نامتناهی با وجوهی موازی با جهت تصویر می باشد که همان جهت از PRP به مرکز پنجره می باشد. شکل ۱۶ و شکل ۱۷ حجمهای دید تصویر موازی و رابطه آنها با صفحه دید، پنجره و PRP را نشان می دهند. برای تصاویر ارتگرافیک، ولی نه برای تصاویر مایل، وجه های حجم دید عمود به صفحه دید هستند.



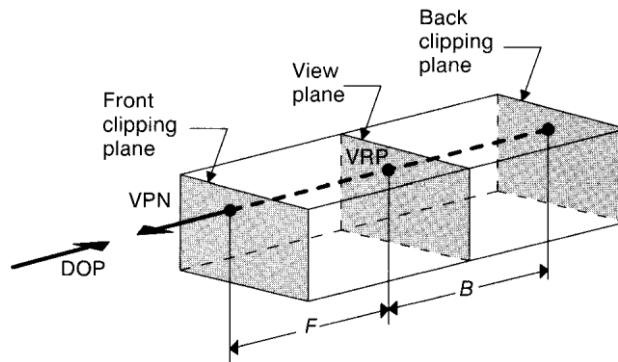
شکل ۱۶ حجم دید منشور نامتناهی برای افکنش موازی ارتگرافیک.



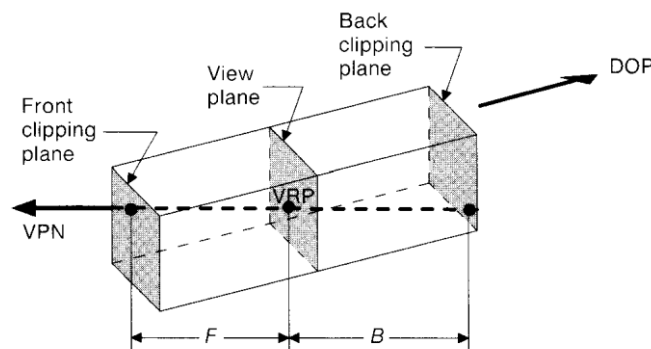
شکل 17 حجم دید منشور نامتناهی برای افکنش موازی مایل.

گاهی اوقات، ممکن است که بخواهیم حجم دید محدود باشد به منظور آنکه تعداد خروجیهای مبنا که بر روی صفحه دید تصویر می شوند را محدود کنیم. شکل ۱۸ و شکل ۱۹ و شکل ۲۰ نشان می دهند که چگونه حجم دید بوسیله یک صفحه برش جلو و یک صفحه برش عقب محدود می گردند. این صفحه ها گاهی صفحه های اینترفری و شما نیز نامیده می شوند، به موازات صفحه دید هستند، عمود به آنها VPN می باشد. این صفحه ها بوسیله کمیت های علامت دار مسافت جلو (F) و مسافت عقب (B) نسبت به نقطه مرجع دید و در طول VPN مشخص می شوند که مسافتهای مثبت

در جهت VPN می باشند. برای آنکه حجم دید مثبت باشد مسافت جلو بایستی بصورت جبری بزرگتر از مسافت عقب باشد.

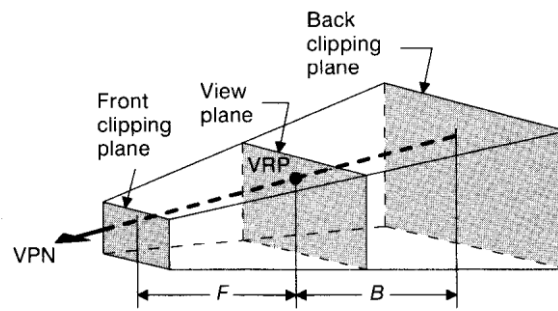


شکل ۱۸ حجم دید بریده شده برای افکنش موازی ارتگرافیک.



شکل ۱۹ حجم دید بریده شده برای افکنش موازی مایل.

محدود کردن حجم دید به این صورت می تواند به منظور حذف اشیاء اضافی مفید باشد و به کاربر اجازه دهد تا روی قسمت خاصی از جهان تمرکز کند. تغییر پویای مسافتهای جلو یا عقب می تواند به بیننده حس خوبی از رابطه فضائی بین اجزاء مختلف شی بدست دهد در حالیکه این قسمتها از دید پدیدار یا ناپدید می شوند. برای تصاویر پرسپکتیو انگیزه دیگری نیز وجود دارد. یک شی که خیلی دور از مرکز تصویر است بر روی صفحه دید بصورت یک لکه ای بدون شکل قابل تشخیصی تصویر می شود. در نمایش چنین شیئی بر روی دستگاه رسام قلم ممکن است که کاغذ را پاره کند، بر روی یک صفحه نمایش برداری، فسفر CRT ممکن است که بوسیله اشعه الکترونی بسوزد، و بر روی یک فیلم عکاسی، تمرکز زیاد نور باعث می شود که یک نقطه نامفهوم سفید ظاهر گردد. همچنین، یک شی خیلی نزدیک به مرکز تصویر ممکن است بر روی پنجره بصورت تعداد زیادی چوب نامتصل، بدون هیچ ساختار خاصی به نظر آیند. مشخص کردن حجم دید بطور مقتضی می تواند چنین مشکلاتی را بر طرف نماید.



شکل ۲۰ حجم دید بریده شده پرسپکتیو.