Przydatne technologie projekcyjne.

Elektronika i technologie z nią związane są obecnie dziedzinami podlegającymi najszybszemu progresowi i zmianom trudnym do śledzenia. Moje doświadczenie wskazuje, że nie warto polecać projektantom gotowych rozwiązań hardwarowych i softwarowych do zastosowań w MR, ponieważ potrafią się one dezaktualizować w kilka tygodni. Można to też zauważyć w artykułach i publikacjach sprzed kilku miesięcy, a zwłaszcza kilku lat, których często wysoka wartość merytoryczna nie pokrywa się, a nawet jest obniżana przez opisy przestarzałych rozwiązań technologicznych, co prowadzi do anachronicznych wniosków. Tempo zmian jest takie, iż zanim tekst zdąży dotrzeć do zainteresowanych odbiorców, będzie zapewne już nieaktualny.

Aby ustrzec się zdezaktualizowania, chociaż przez kilka miesięcy, w niniejszej pracy będę unikać podawania konkretnych danych urządzeń, czy oprogramowania, na rzecz bardziej ogólnego zarysowania możliwości technologicznych. Arsenał metod i urządzeń projekcyjnych ciągle się rozszerza w postępie geometrycznym, śledzenie osiągnięć techniki z wszystkich branż, związanych tylko z technikami projekcyjnymi, wymaga dużych nakładów czasu. Wszakże projektowanie polega między innymi na zdobywaniu bieżących danych, informacji technicznych oraz współpracy z wyspecjalizowanymi dostawcami sprzętu, firmami posiadającymi niezbędny zasób wiadomości na temat danej technologii. Na szczęście w zespole projektowym rola wyboru najbardziej aktualnych rozwiązań technicznych przypada najczęściej współpracującym z architektem wnętrz technologowi i nformatykowi. Jednak nieodzowna jest projektantowi ogólna wiedza o możliwościach dostępnych technologii, które może wykorzystać przy kreowaniu elementów multimedialnych środowisk. Szeroki zasób wiedzy technicznej oraz wachlarz znanych rozwiązań niezwykle usprawnia pracę i daje elastyczność, łatwość dostosowania warstwy elektronicznej do projektowanych obiektów. Najczęściej pierwsze założenia wymagają konsultacji z branżystami, ale designer powinien zaproponować wstępny schemat działania multimediów, zarówno od strony przewidywanych urządzeń, jak i efektu wizualnego, fonicznego i interakcyjnego.

Postaram się przybliżyć czytelnikowi kilka wybranych rozwiązań technicznych, często używanych przy hybrydycznym komponowaniu, znajomość których wydaje mi się istotna dla trafnego planowania efektów wizualnych i kształtowania obiektów. Pominę przy tym techniki już powszechnie przyswojone oraz te, które opisałem we wcześniejszych przykładach, a skupię się na rozwiązaniach stosunkowo nowych, których metodologia nie jest ogólnie znana projektantom wyposażenia wnętrz. Poruszę te aspekty, które okazały się mieć duży wpływ na proces projektowy lub formę obiektów projekcyjnych.

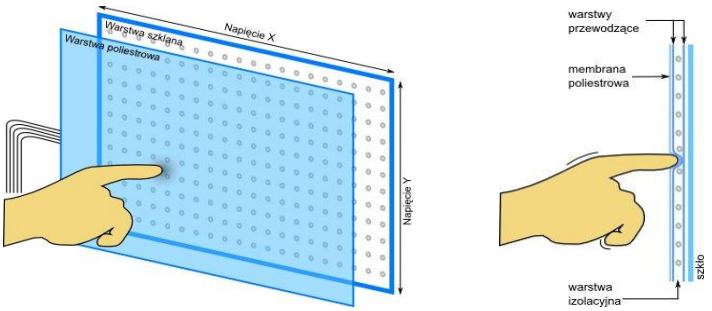
Na początek dobrym przykładem będą systemy detekcji impulsów dotykowych na ekranach monitorów LCD (monitory plazmowe zakłócają działanie niektórych nakładek). Pozornie funkcja ta jest zrozumiała, a wręcz oczywista, ale rzadko kto orientuje się, że własność dotykowa monitora może być rozwiązana na sześć różnych sposobów. Każda korzysta z odmiennej technologii, która ma określone cechy, predyspozycje i ułomności. Zastosowanie konkretnej nakładki dotykowej może w znacznej mierze wpłynąć na sposób użytkowania, a co za tym idzie na formę obiektu, a nawet na proces jego projektowania.

Technologia rezystancyjna

Na przezroczystym podłożu napylona jest warstwa przewodząca, oddzielona izolatorem od drugiej warstwy przewodzącej napylonej na membranę poliestrową. Membrana poliestrowa, ze względu na swoją wytrzymałość, stanowi jednocześnie ochronę ekranu przed uszkodzeniami (trwałość: 35 mln. nacisków na punkt). Izolator i warstwy przewodzące są przezroczyste, dzięki czemu ekran przepuszcza ok. 87% światła. Przestrzeń pomiędzy poliestrem a szkłem uszczelniona jest przed wnikaniem wilgoci i brudu, dzięki czemu może być stosowana w urządzeniach z normą szczelności IP65. [1]

[1] **http://www.posnet.com.pl**

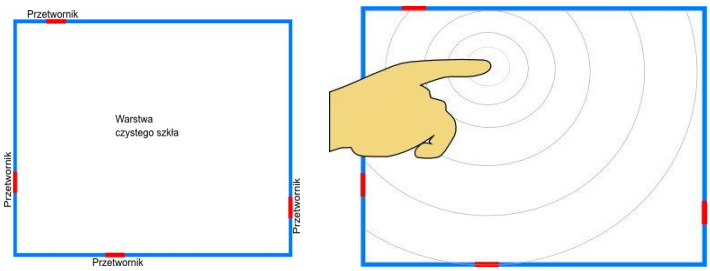
Dotykowe folie rezystancyjne są elastyczne, co jest atutem przy projektowaniu nietypowych obiektów projekcyjnych, niestety mają ograniczone wielkości i są nieodporne na zarysowania.



il.4.2-1. Detekcja rezystancyjna.

Technologia akustyczna

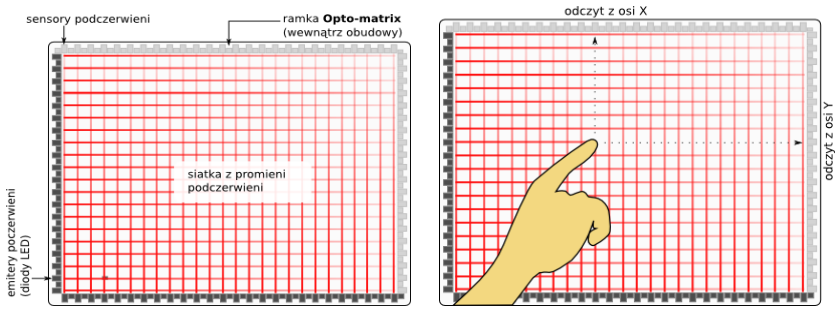
Ekran zbudowany jest z czystego szkła. W brzegach ekranu zatopione są cztery przetworniki piezoelektryczne (mikrofony), które przetwarzają fale akustyczne (dźwięki) na sygnał cyfrowy zrozumiały dla komputera. Przetworniki znajdują się na wewnętrznej części ekranu, dzięki czemu nie są narażone na brud, wilgoć itd. System nie jest odporny na drgania ekranu, np. w skutek głośnej muzyki. Wykrywa dźwięk zetknięcia z ekranem, natomiast obiekty w spoczynku, przestają być odbierane. Zaletą jest brak dodatkowej warstwy na ekranie oraz możliwość wielodotykowości.



il.4.2-2. Detekcja akustyczna.

Technologia podczerwona

Obszar roboczy ekranu wykonany jest z czystego szkła. W brzegach ekranu znajdują się diody świecące promieniami podczerwieni, naprzeciwko których umiejscowione są sensory (czujniki) reagujące na podczerwień. Diody i sensory zatopione są w szczelnej przezroczystej osłonie poliwęglowej, która umieszczona jest pod obudową monitora. Siatka promieni podczerwonych jest w istocie systemem zbliżeniowym, nie wrażliwym na samo dotknięcie a na przerwanie wiązek światła. Wielodotykowość obsługiwana jest w niewielkim stopniu, ale system wykrywa każdy nawet nieruchomy przedmiot.

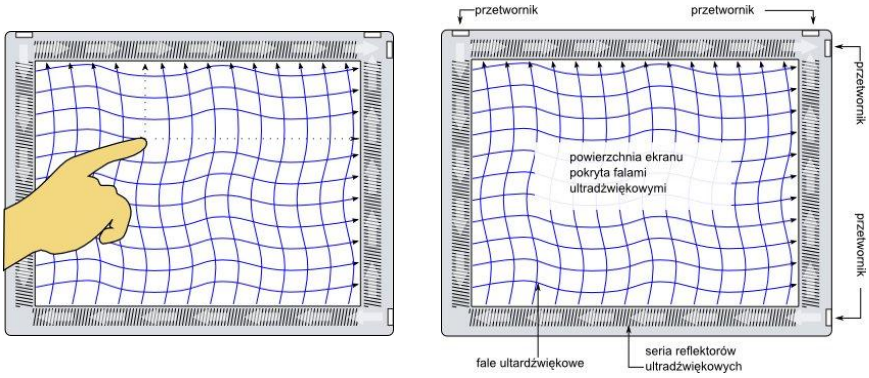


il.4.2-3. Detekcja podczerwienią.

Technologia ultradźwiękowa

Obszar roboczy ekranu wykonany jest z czystego szkła. W jego brzegach znajdują się przetworniki emitujące i odbierające ultradźwięki oraz serie zespolonych z szybą generatorów odbić ultradźwiękowych. Możliwa jest detekcja dowolnych przedmiotów oraz Dual Touch. Krople cieczy

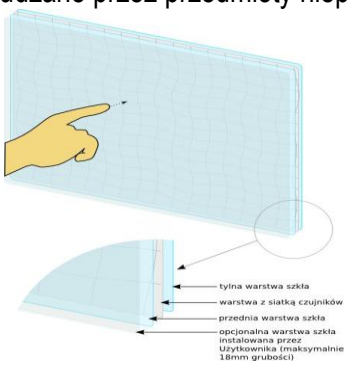
płynące po ekranie wzbudzają dotyk, przez co technologia ta nie jest zalecana do pracy w środowiskach mokrych.



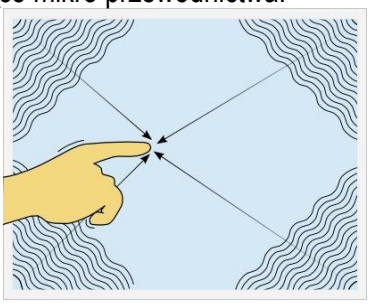
il.4.2-4. Detekcja ultradźwiękowa.

Technologia pojemnościowa

Obszar roboczy ekranu wykonany jest z dwóch warstw szkła, pomiędzy którymi umieszczona jest siatka czujników, reagujących na zmianę pojemności elektrycznej. Warstwa z czujnikami zatopiona jest w szkle, przez co nie jest możliwe ich zalanie, uszkodzenie itd. Ekran reaguje na zmiany pojemności elektrycznej, również poprzez inne przedmioty (np. szybę). Dzięki temu ekrany dotykowe tego typu można obsługiwać również przez witrynę wystawy, szklany blat itd. Impulsy dotyku nie będą wzbudzane przez przedmioty nieposiadające mikro przewodnictwa.



il.4.2-5. Ekran rezystancyjny.



il.4.2-6. Detekcja natężeń elektrycznych.

Technologia natężeń elektrycznych

Technologia Surface działa w oparciu o przewodnictwo elektryczne materiałów. Na szklanej szybie naniesiona jest twarda warstwa (przewodząca napięcie), na której tworzy się pole elektryczne. Wokół brzegów ekranu znajdują się elektrody, które emitują niskie napięcie do warstwy przewodzącej. Minusem jest fakt, że warstwa przewodząca jest stosunkowo delikatna, ale dzięki czterem odbiornikom możliwa jest funkcja multi-dotykowości.

Wymienione metody detekcji w monitorach dotykowych przekładają się na wszystkie systemy śledzenia obiektów lub ruchu na większych płaszczyznach, zmieniają się jedynie urządzenia: emitery sygnałów i odbiorniki. Wyjątkiem, który nie został zastosowany w monitorach, jest system kontroli obrazu skanowanej przestrzeni, oparty na kamerze, opisany już wcześniej. Przechodzimy tu do technologii detekcji obiektów trójwymiarowych.

Dzisiejsza inżynieria daje nam możliwość pomiaru każdego parametru fizycznego w przestrzeni wnętrza, różnego typu sensorami: ruchu, natężenia światła, temperatury, ciśnienia, dźwięku. Przydatność danego typu sensorów zależy głównie od zamierzeń projektanta oraz ekonomii użytkowania. Dobór technologii będzie związany również z rodzajem akcji, sytuacją przestrzenną oraz możliwym stopniem zaawansowania technologicznego. Proces wyboru technologii łatwiej będzie opisać na podstawie hipotetycznych okoliczności, z którymi zwykle styka się projektant. Oto kilka wersji scenariusza.

- **Wersja minimalnej interakcji**
  W sytuacji, kiedy zależy nam na sygnałowym bodźcu dla użytkownika wabiącym go jedynie np. do stanowiska multimedialnego lub kiedy kolejne urządzenia mają się włączać wraz ze zwiedzającym, wystarczą nam sensory dające prosty komunikat o obecności człowieka, impuls do rozpoczęcia akcji. Z powodzeniem wykorzystamy do tego celu fotokomórki, czujniki ultradźwiękowe działające indywidualnie.
- **Wersja ekonomiczna**
  Mimo bardzo wyśrubowanego budżetu, możemy skonstruować instalacje o niezwykle interesującym działaniu, dzięki wykorzystaniu kamer internetowych skanujących zakres i dynamikę. Metoda ta pozwala na analizowanie wielu parametrów obrazu, a nawet na odnajdywanie i rozpoznawanie ludzi lub przedmiotów, poprzez odpowiedni program komputerowy. Innym tanim sposobem jest powiązanie w jeden system czujek ultradźwiękowych lub mikrofalowych, rzadziej ciśnieniowych. Są to niedrogie i łatwo dostępne czujki, szeroko wykorzystywane do monitorowania i ochrony budynków. Zestawy alarmowe są zazwyczaj wyposażone w oprogramowanie sterujące grupami czujek.
- **Wersja zaciemniona**
  W przypadku konieczności utrzymania półmroku np. dla dobrej jakości projekcji z rzutnika, na nic zdadzą się tradycyjne kamery. Będzie najkorzystniej zastosować detekcję kamerą podczerwieni. Najczęściej doświetla się scenę diodami podczerwonymi, żeby kamera rejestrowała również chłodne przedmioty. Oczywiście czujniki ultradźwiękowe i mikrofalowe też sprawdzą się w ciemności, tylko ich kalibracja dla zbudowania precyzyjnej detekcji będzie dosyć żmudna.
- **Wersja bezpośredniego zbliżenia**
  Jeśli przewidujemy interakcję indywidualną lub konieczność zagłębienia się użytkownika w softwarze np. w poszukiwaniu informacji, zastosujemy: notepad-y, ekrany dotykowe, klawiatury lub manipulatory w rodzaju myszy lub joystic-a.
- **Wersja kinetyczna**
  Dla celów zabawowych lub ruchowych można zastosować czujniki mechaniczne np.: wagi, żyrokompasy, potencjometry, przyciski membranowe lub sensory fizycznego napięcia. Zaletą rozwiązań mechanicznych jest możliwość zmierzenia przyłożonej siły, co bardzo przydaje się w interakcji z platformami ruchowymi, symulatorami do gier komputerowych. Mają też zastosowania w sterownikach, przenoszących wirtuozerię dotykową, np. przy dynamicznej klawiaturze syntezatorów.

Ekrany diodowe

Składane z mniejszych podzespołów lub wręcz z pojedynczych diod, mają dwie główne zalety dla projektanta wnętrz. Pierwsza- to samo świecenie stosunkowo mocnym światłem, nieosiągalnym dla technik rzutnikowych. Druga- to możliwość układania modułów diodowych w różne płaszczyzny, nieregularne lub płynnie się wijące w przestrzeni.

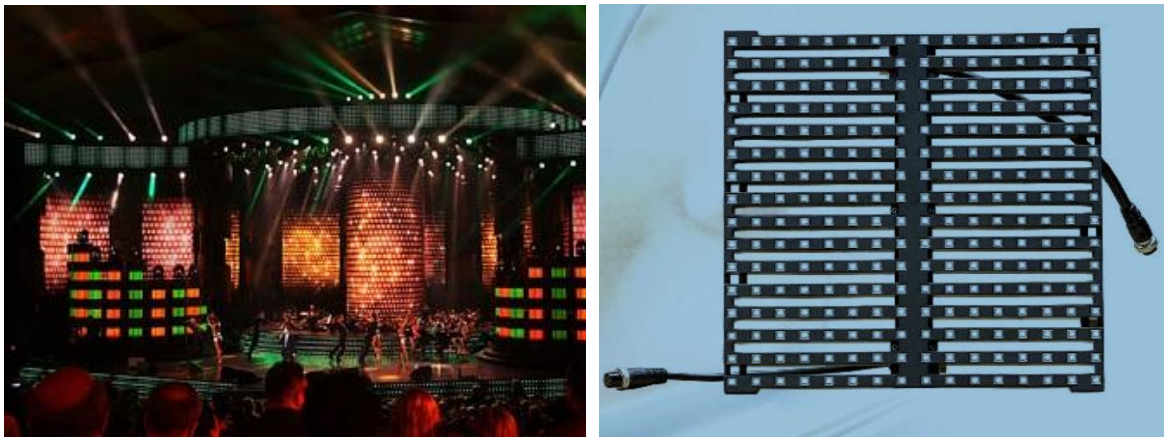
Takie modułowe rozwiązania przedstawione były przy okazji tworzenia podłóg interaktywnych. Panele zazwyczaj mają bok długości kilkudziesięciu centymetrów, co jest zbyt długim odcinkiem do składania falujących kształtów w skali przeciętnego wnętrza. Również rozdzielczość układów diodowych zachęca raczej do wielkoekranowych realizacji.

Jednym z mniejszych, modułowych rozwiązań są bloczki diodowe łączone z ramą nośną w rozmaite sposoby: magnetycznie, mechanicznie lub elektrycznie, w większe płaszczyzny ekranowe o kształtach ograniczonych jedynie minimalnym promieniem gięcia konstrukcji.

*il.4.2-7. Ekran modułowy, MiPIX, **www.barco.co***

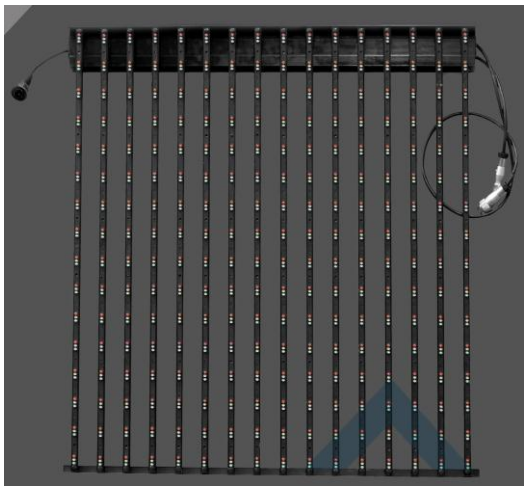
Kurtyny diodowe

Są techniką pokrewną, a nazwa wzięła się ze sposobu mocowania. Mianowicie moduły wieszane są do konstrukcji i dzięki elastyczności mogą układać się w dowolne krzywizny. Moduły kurtyny firmy HiLED w technologii SMD, są kwadratami o wymiarach 28,8x28,8cm, co w połączeniu z niewielką wagą (1kg), daje niezliczone możliwości instalacyjne. Kolejne moduły łączone są kablem, dołączając następne panele szeregowo. Kurtyna diodowa HiLed, mimo niezłej rozdzielczości, pozwala na oglądanie zwartego obrazu dopiero z ok. 10 m. Jej transparentność daje możliwość świecenia światłami scenicznymi z tyłu.



il.4.2-8. Kurtyny diodowe firmy HiLED w technologii SMD, http://event.trias.pl

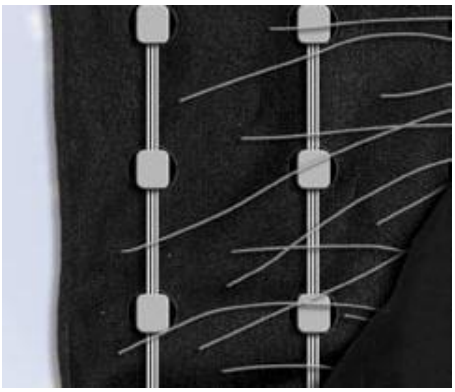
Innym typem kurtyn diodowych są płaszczyzny składające się z zawieszonych równolegle pasków diodowych, a raczej przezroczystych listew z paskami diodowymi, które pozwalają zachować sztywność pionową. Konstrukcja taka doskonale sprawdza się w przypadku tworzenia nietypowych rozwiązań scenograficznych, a jej ażurowa budowa pozwala na przenikanie się obrazów oraz tworzenie półprzezroczystych ścianek i parawanów.



il.4.2-9. Kurtyna MorisLED, http://event.trias.pl

Następne rozwiązanie kurtynowe jako konstrukcję wykorzystuje tkaninę. Jest to czarny dwuwarstwowy aksamit, na którym w odstępach 100 mm, osadzone są diody w technologii SMD. Taka budowa zapewnia niewielką masę, co w przypadku dużych powierzchni jest bardzo istotne. Dla przykładu: kurtyna Soft LED firmy Rose Brant, ma wymiary 10 m x 2,5 m i waży zaledwie 59 kg. Płaszczyzny Soft- LED można łączyć ze sobą zarówno w pionie jak i poziomie, tworząc bardzo duże powierzchnie, zdolne do wyświetlania obrazu wideo. Osadzenie elementów LED na materiale, daje niespotykaną elastyczność ekranu, dzięki temu, można ją dopasować do wysoce skomplikowanych kształtów przestrzennych.

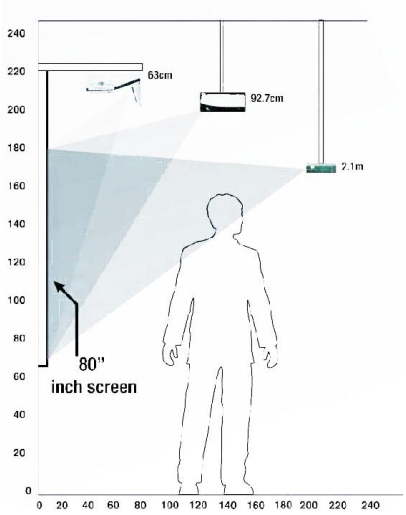
Podobnej budowy maty diodowe o gęstszym rozstawieniu punktów służą do szycia projekcyjnych strojów i odzieży.



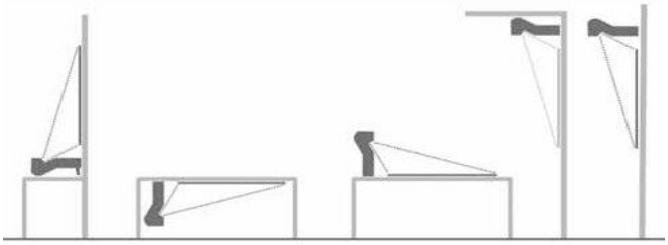
il.4.2-10. Kurtyna, Soft LED, firmy Rose Brant www.rosebrand.com

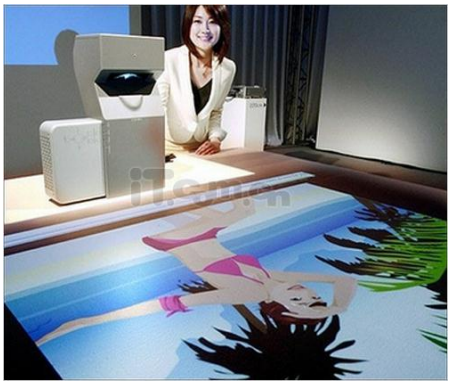
Projektory multimedialne

Dostępna jest obecnie olbrzymia gama projektorów i przy wyborze modelu należy kierować się konkretnymi wymaganiami. Główne parametry to: moc świecenia - podana w Ansi lumenach, szerokość obiektywu oraz rozdzielczość obrazu. Często równie ważne okazują się wymiary projektora, grzanie się urządzenia i energooszczędność. W tych parametrach wiodą prym projektory LED-owe. Niestety mają one obecnie słabą moc świecenia, co staje się problemem w zastosowaniach widowiskowych lub scenicznych. W stosunkowo niewielkich odległościach od ekranu np.: wewnątrz mebla, okazują się niezastąpione. Przy tworzeniu obiektów projekcyjnych, za pomocą rzutowania obrazu, projektant nieustannie manipuluje trzema wartościami układu: szerokością obiektywu, wielkością ekranu oraz odległością projektora od ekranu. Warto zwrócić tu uwagę na urządzania dysponujące systemem kalibracji obrazu, do ekstremalnych kątów padania światła, które implikują niecentralne usytuowanie projektora względem ekranu. Otwiera to szereg możliwości budowania obiektów projekcyjnych w skali meblowej.



il.4.2-11. Schemat odległości od ekranu różnych typów projektorów.





il.4.2-12. Projektor Sanyo PLC-XL50, ***www.projektory.super-av.pl***

Ekrany projekcyjne

Ekranem projekcyjnym może być w zasadzie każda powierzchnia, na którą da się rzutować świetlny obraz. Lecz jakość obrazu zależy od jej faktury, koloru i materiału z jakiego jest wykonana. Rozmaite własności fizyczne wpływają w specyficzne sposoby na odbicie lub przenikanie światła, co spowodowało specjalizację materiałów ekranowych do ściśle przewidzianych zadań. Powstał arsenał powłok o krystalicznej budowie, odbijających światło pod wieloma kątami, zapewniając dobry odbiór obrazu, nawet pod bardzo ostrym kątem. Specjalistyczne farby z mikroskopijnymi szklanymi kulkami, pryzmatycznie przenoszą światło, co daje efekt samoświecenia każdego, pomalowanego nimi obiektu.

Popularne stały się przeźroczyste ekrany zbudowane z szyby lub tworzywa sztucznego, w dowolnym stopniu przezierne. Najczęściej jedną z warstw takiego ekranu stanowi samoprzylepna folia projekcyjna.

Folie do tylnej projekcji, są dostępne w następujących rodzajach:

- transparent- przeźroczysta, sprawia wrażenie hologramu, pozwala obejrzeć co jest po drugiej stronie ekranu, nie ogranicza dostępu światła do pomieszczeń gdy jest nałożona na okna, witryny sklepowe albo ścianki działowe
- przylepna white - biała, przeznaczona do projekcji w nocy,
- przylepna double white - dwustronna biała, bardzo szeroki kąt widzenia, do dwustronnej projekcji
- grey - jasnoszara, przeznaczona do projekcji w świetle dziennym,
- przylepna dark grey - ciemnoszara, o bardzo wysokim kontraście.[2]

kolor	dotykowość	szerokość	transmisja	zabielenie	zysk	kąt patrz.	kontrast	twardość
transparent	100µm	1524mm	88%	33%	6	150°	200:1	3H
white	100µm	1524mm	92%	93%	5	150°	200:1	2H

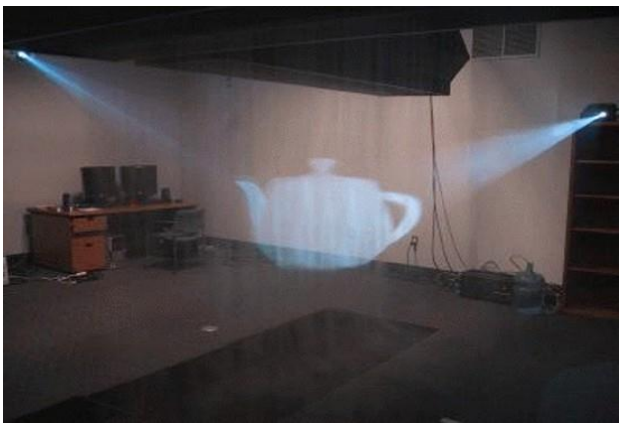
[2] ***http://www.osinek.pl/***

double white	100µm	1524mm	72%	98%	6	180°	200:1	2H
grey	100µm	1524mm	81%	93%	4	120°	300:1	2H
dark grey	100µm	1524mm	54%	95%	3	120°	400:1	2H

*il.4.2-13. Tabela właściwości foli projekcyjnych, **http://www.osinek.pl/***

Profesjonalna folia projekcyjna, tak jak i ekrany projekcyjne, ma właściwości antyrefleksyjne oraz możliwie dużą odporność na ścieranie oraz czynniki atmosferyczne. Folie polietylenowe mają na tyle dużą wytrzymałość, że często stosowane są jako samonośne, napinane ekrany.

Dobrym materiałem ekranowym w metodzie projekcyjnej jest nie tylko materia w stanie stałym. Innowacyjny ekran FogScreen wytwarza cienką kurtynę „suchej" mgły, tworzącej półprzezroczysty ekran projekcyjny, na którym emitowane obrazy dosłownie lewitują. Zachwycający efekt uzyskuje się za pomocą wytwarzania mikroskopijnych kropelek mgły, szybko absorbowanych przez otoczenie. Dzięki temu przez ekran można swobodnie przechodzić bez ryzyka przemoknięcia. Ponadto na obydwie strony ekranu można wyświetlać różne obrazy, pod warunkiem zastosowania dwóch projektorów. Za pomocą wysokiej klasy projektorów i systemu zarządzania obrazem możliwa jest realizacja na mgłowym ekranie projekcji obserwowalnej w panoramie 360 stopni.



il.4.2-14. FogScreen www.gizmowatch.com

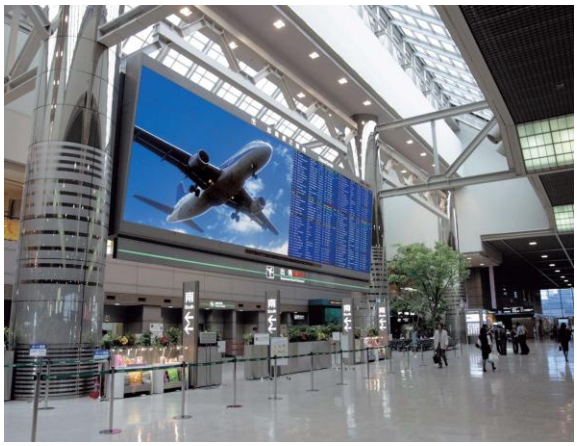
Atrakcją wielu wnętrz publicznych mogą być ekrany na tafli wody, kurtyny wodne lub fontanny podświetlone projekcjami. Emitowany na nich obraz staje się przestrzenny, frapujący przez swoją ulotność i płynną strukturalność, co zapewnia niepowtarzalne wrażenia.

Nowym rodzajem ekranu jest szkło LCD Dayview, które może zmieniać swoją przejrzystość. Ten specjalny rodzaj szkła wykorzystuje warstwę ciekłokrystaliczną, która zmienia właściwości optyczne po przyłożeniu napięcia. Zwykłe włączenie przełącznika zmienia przezroczystą szybę w matową. Taka matowa powierzchnia może z powodzeniem służyć jako ekran przedni lub tylni do wyświetlania projekcji, który po wyłączeniu staje się przezroczystą szybą.

il.4.2-15. Szkło LCD Dayview, www.hanakom.pl

Monitory bezszwowe

Bezszwowe monitory plazmowe, należą do najbardziej zaawansowanych technicznie systemów prezentacji ściennych o wysokiej rozdzielczości. Nowoczesny moduł bezszwowy pozwala wyświetlać obraz do samej krawędzi, zapewniając ciągłość obrazu w całym systemie. Niewielka grubość panelu (75 mm), umożliwia instalację w każdym miejscu wewnątrz obiektu. Ilość konfiguracji jest nieograniczona (pojedynczy moduł to 42´). Do kontroli oraz obsługi systemu wystarczy tradycyjny komputer osobisty.



il.4.2-16. Monitory LCD bezszwowe w zastosowaniach publicznych.

Projekcje 3D

Obrazy trójwymiarowe są powszechnie pożądane z powodu naturalności odbioru dla ludzkiej percepcji. Wszystkie wielkie koncerny audio-wizualne dążą do opracowania technologii wyświetlania trójwymiarowego i mają słuszność, gdyż firma, która wdroży projekcje 3D stanie się globalnym potentatem, a jest to już w zasięgu ręki. Obecne metody stereoskopowe są jedynie pogłębieniem konwencjonalnego obrazu, do projekcji obiektów w pełni trójwymiarowych jeszcze im daleko.

Najprostsza i najpopularniejsza, ale dająca słabe efekty, jest metoda anaglifowa. Polega na jednoczesnym wyświetleniu dwóch obrazów, przy czym każdy z obrazów wyświetlany jest w innych kolorach. Do rozseparowania obrazów używa się kolorowych okularów.

Innym sposobem jest metoda polaryzacyjna, jak dotąd najdoskonalsza, ale i najdroższa. Metodę tę znamy na przykład z kin IMAX, gdzie oglądamy filmy przez specjalne okulary. Zasada działania jest prosta. Światło jest falą, a fala ta drga w różnych kierunkach. Jeśli fala drga w płaszczyźnie pionowej, to mamy falę spolaryzowaną pionowo, jeśli fala drga w prawo i w lewo - mamy falę spolaryzowaną poziomo. Aby uzyskać fale spolaryzowane, musimy przepuścić światło przez filtr polaryzacyjny. Spolaryzowane światło jest następnie przepuszczane jedynie przez taki sam filtr polaryzacyjny, przez jaki zostało spolaryzowane. I właśnie ten efekt wykorzystywany jest do rozdzielania obrazów dla prawego i lewego oka, w przypadku projekcji polaryzacyjnej. Okulary bowiem mają jedno szkło ukierunkowane pionowo, a drugie poziomo. Niektórzy producenci - np. JVC - stosują monitory wykorzystujące zjawisko polaryzacji - w takim monitorze połowa pixeli jest spolaryzowana inaczej niż druga połowa. Tak więc obrazy dla prawego i lewego oka wyświetlane są przy użyciu jedynie połowy pixeli. Korzyścią, w stosunku do monitorów wykorzystujących okulary LCD, jest brak zasilania okularów, a więc ich mniejszy koszt. Wadą jest mniejsza ilość pixeli, ale to może być rekompensowane na przykład zwiększeniem rozdzielczości ekranu. Przy pracy w trybie 2D wszystkie piksele są wykorzystywane do wyświetlania jednego obrazu.

Istnieje jeszcze kilka pomniejszych metod projekcji trójwymiarowych, jak np. wirujące lustra lub laserowe projekcje na obłokach pary, lecz wszystkie mają na tyle poważne ułomności, że nie są wprowadzane do produkcji.

Efekt związany z piramidką holograficzną, czy z projekcjami 3D na scenach lub wybiegach przy pokazach mody, związane są z wykorzystaniem luster półprzepuszczalnych, wykonanych ze szkła lub z folii. Lustro takie najczęściej nachylone jest pod kątem 45^0, odbija obraz wyświetlany na powierzchni

pod lustrem lub nad lustrem. Odpowiednie operowanie światłem i zastosowanie specjalnych luster odbijających jedynie część światła powoduje, że projekcję widzimy na tle znajdującym się za lustrem, a samego lustra nie widzimy. Stąd wrażenie różnego rodzaju projekcji w powietrzu, itp. W przypadku piramidki mamy najczęściej 4 lustra i odpowiednio przygotowany obraz, który odbijając się w tych lustrach daje wrażenie obiektu w przestrzeni. Piramidki holograficzne mogą mieć podstawę najczęściej w granicach 0,5-1 m, natomiast duże instalacje sceniczne pozwalają wyświetlać fantomy całych zespołów rockowych, samochodów itd. Metoda ta opiera się na efekcie optycznym "Pepper Ghost", ale często nazywana jest holograficzną, mimo że nie ma nic wspólnego z prawdziwą holografią.

il.4.2-17. Piramidy holograficzne z projekcji przez półprzezierne lustra. www.vizoo.com

Tapeta OLED-owa

Technologia OLED-owa oparta jest na **diodach elektroluminescencyjnych**, wytwarzanych ze **związków organicznych** i charakteryzuje się dość prostą metodą produkcji – warstwa organiczna, składająca się z pikseli-diod w trzech **kolorach**, jest nakładana na materiał bazowy w procesie podobnym do drukowania, stosowanego przez **drukarki atramentowe**. Nadrukowany wzór zaczyna świecić po podłączeniu materiału podkładowego do prądu. Obecnie oferuje się tapety świecące w jednym kolorze, za to z dowolnym i zmiennym natężeniem, ale trwają badania i eksperymenty nad elastycznymi powłokami, sterowanymi jak monitory diodowe, czyli pełno-obrazowymi tapetami.

il.4.2-18. Tapety oled-owe firmy Lomox, www.lomox.co.uk

OLED-y są już docenioną, znakomicie rokująca technologią tworzenia ekonomicznych monitorów i telewizorów, szczególnie, że materiał podkładowy może być cienki, elastyczny, a nawet przezroczysty. Gdy zakończy się faza wdrożeniowa, będzie to wymarzona materia do tworzenia obiektów projekcyjnych i hybrydowych.