2000 let pogleda v prostor

Peter Rau, Srednja šola za oblikovanje in fotografijo Ljubljana

Mreža znanja 2019, 4. in 5. december

EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA REGIONALNI RAZVOJ
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE, ZNANOST IN ŠPORT

Naložbo sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj

Od perspektivne projekcije do mešane resničnosti

UVOD

Predstavitev v treh delih

1. del – zgodovinski oris perspektivne projekcije

- Kdaj kdo in kje so oblikovali prve perspektivne poglede?
- Kdaj kdo in kje se je oblikovala celostna teorija perspektive?

2. del – razprava , osnovni pojmi perspektive

- Kje in kako nastane perspektivna slika in kaj vidimo?
- Katere vrste perspektivnih projekcij poznamo?

3. del – klasična in elektronska perspektivna orodja

- Kdaj so oblikovali prve naprave za binokularni vid?
- Kako se je v digitalni dobi realizirala mešana resničnost?

1. del

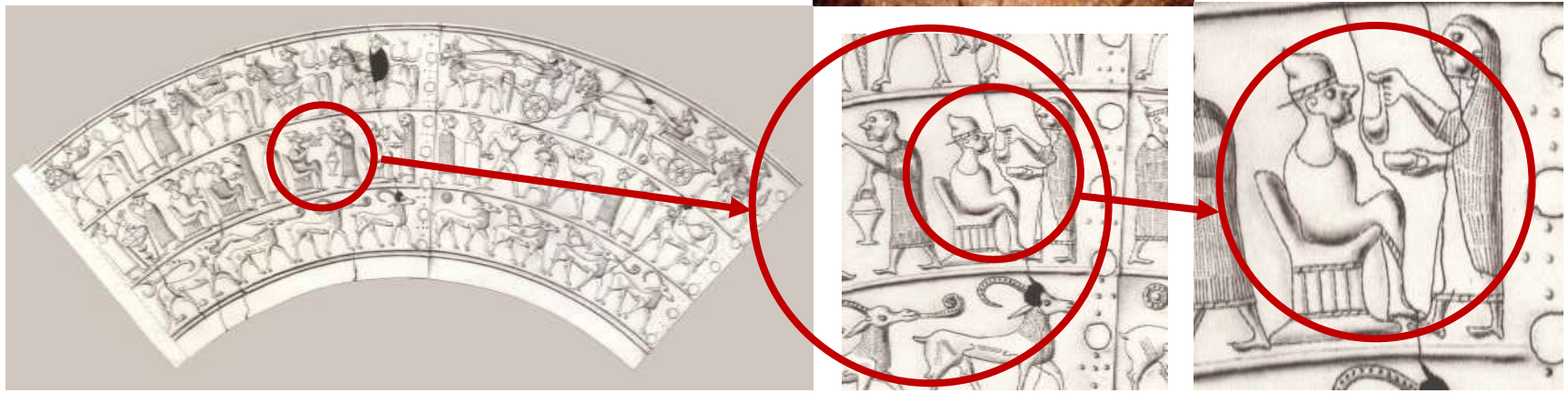
ZGODOVINSKI ORIS

Pogled na prostor pred antično dobo

Kakšen je bil pogled na prostor pred antiko?

Kakšen je bil pogled na celoto in detajl v bronasti dobi?

***Upodabljajoči človek**, 30.000-10.000 p.n.š., dinamični prikaz paleolitskih lovcev in živali*



*Upodobitev iz bronaste dobe, 5. st. p.n.š., **Obredni motiv** na Vaški situli*

Zgodovinski oris – terminološka opredelitev pojma

Od kod izvira pojem perspektiva in kaj pomeni?

- **Perspektiva**, izvira iz latinske besede (***lat****. perspicere*) in pomeni **gledati skozi**, **videti skozi**; oblikovati se je začel že v antiki (***Muhovič J****. 2015, LLT, str. 563*).

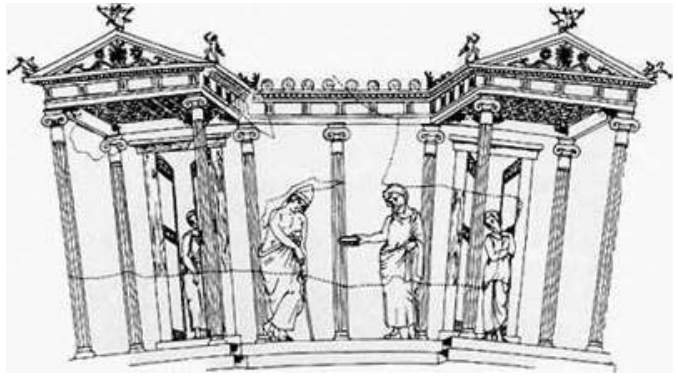
Kdo je perspektivo prvi opisal kot pojav?

- Med prvimi je projekcijo v ***5.* stoletju** pred našim štetjem opisal **kitajski filozof Mozi**
- Opazil je, da na zadnji steni zatemnjene sobe nastane obrnjena slika zunanjega prostora, če je na sprednji steni majhna luknjica.
- **Govoril je o modelu**, ki ga danes poznamo kot »**camera obscura**« ali **temna soba**.

Zgodovinski oris – vloga grškega gledališča…

(*5. stoletje pr. n. š.*)

Kakšno vlogo ima scenografija v grški drami?



Fragment poslikave in črtna rekonstrukcija scene z grške vaze, 5. st. p.n.š.

- Pri razumevanju perspektivne projekcije je imelo pomembno vlogo **grško gledališče**. Tako kot pravi Aristotel so za gledališče pomembni trije dejavniki: **igralci**, **scenografija** in »**Sofoklej***«
- V grškem gledališču je bila na odru postavljena **scenska stavba** (***scena*** *iz grškega skēnē*).
- Na pojav scenske stavbe je vezana ***scenografija***, ki v grščini pomeni (*skēnē "odrska ali scenska stavba" in graphos "narisati"*), nekakšno **poslikano ozadje**.

**Mišljena vsebina drame*.

Zgodovinski oris – Aristotel, Evklid in Al Hasan

(*3. stoletje pr. n. š.*)

Ali veste kakšno obliko nariše sonce na tla, kot je to zabeležil Aristotel?

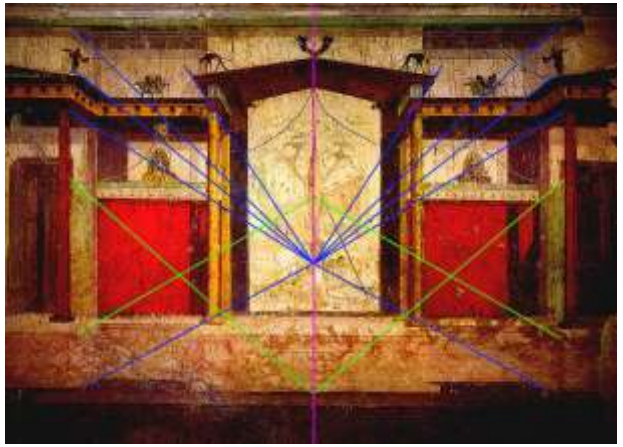
Kako je preslikavo zmotno tolmačil Evklid?

Kako je predhodno zmotno tolmačenje perspektive razrešil Al Hasan?

- V zahodni kulturi je prve zapise o **eno-točkovni preslikavi** zabeležil starogrški filozof **Aristotel** (* *384 pr. n. št., 322 pr. n. št.),* ki je **opisal vzorec**, ki ga na tla nariše **sonce, ko sveti skozi luknjico v stropu**.
- Razmišljanja o preslikavi, je **zmotno tolmačil Evklid** (* *okoli 365 pr. n. št., † 275 pr. n. št.*). Trdil je, da se **vid realizira v ravnih žarkih od gledalčevega očesa proti predmetom**.
- Dilemo je šele v **10. stoletju n. št.** razrešil islamski znanstvenik **Al Hasan** (*latinsko Al Hazen, * okoli 965, † okoli 1040 n.š.* **Pravilno je ugotovil**, da vsaka osvetljena **točka predmeta odbija svetlobne žarke** in da lahko vidimo le tiste žarke, ki pripotujejo v oko.

Zgodovinski oris – perspektivne upodobitve v rimski arhitekturi (*1. stoletje pr. n. š.*)

Kakšno pravilnost je dosegala „Scenographia“ v rimski arhitekturi?



Avgustova hiša, Rim, 1. st.p.n.š., analiza perspektivnih linij antične freske

- V **Pompejih** v **Apolonovi hiši** in v **Rimu** v **Avgustovi hiši** , so ohranjene freske, na katerih je v **veliki meri** upodobljen perspektivni prostor.
- **Odstopanja so prisotna le v višini bežišč zeleno** obarvanih konvergentnih linij. Ob tem **lahko sklepamo**, da so avtorji teh fresk prostor zelo dobro opazovali. Približali so se podobi **enobežiščne** ali **centralne perspektive**.
- V starem Rimu so pri uporabljanju uporabili naslednje načine: »**Ichnographia**«, za izris tlorisa, »**Orthographia**«, za izris fasade oz. narisa in »**Scenographia**«, **ki jo mnogi avtorji razlagajo kot perspektivo**.

Zgodovinski oris – srednji vek, Giotto

(*13. stoletje n. št.*)

Kako so prostor upodabljali v gotiki?

Giotto, 1305, Jezus pred judovskim duhovnikom Kajfom

- V obdobju po antičnem Rimu je **perspektivni način** upodabljanja prostora povsem **zamrl**.
- **Znova** je prizadevanja mogoče razbrati šele v **13. stoletju**. Posamezne perspektivne zakonitosti so začeli upodabljati v gotiki, kot na primer **Giotto** (**1266, †1337 n. š.*).

Zgodovinski oris – odkritja v renesansi

(14. stoletje n. št.)

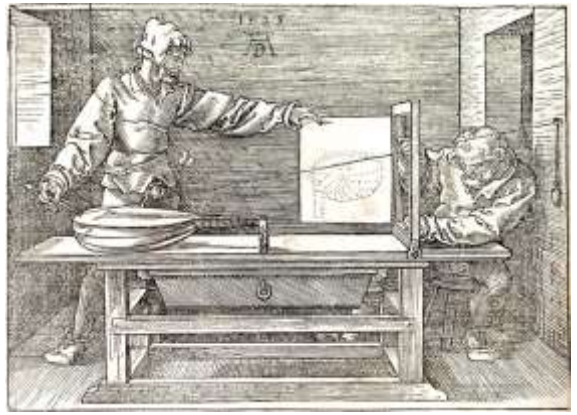
Kako je perspektivo utemeljil Filippo Brunelleschi?

Filippo Brunellesci, prehod iz 14. v 15. st., rekonstrukcija perspektivnega opazovanja

- Prvi, ki je oblikoval razlago perspektive z dokazljivim eksperimentom, je bil **Filippo Brunelleschi** iz **Firenc**.
- Krstilnico v Firencah je opazoval s pomočjo **dveh** (*kovinskih*) **zrcal**. Na bližnjega je izvrtal odprtino, skozi katero je opazoval, na drugega pa je narisal podobo. **Ob tem** je **ugotovil**, da v **videni** in **narisani** sliki **obstajajo** določene **perspektivne zakonitosti.**
- Njegovo praktično in teoretično raziskovanje je **dopolnil Leon Battista Alberti** (**1407 - †1472 n.š.*), ki je v **razpravi O slikarstvu** (*it. Della Pittura, 1436 n.š.*) nadaljeval s širjenjem znanja o perspektivi.

Zgodovinski oris – raziskave slikarjev južne in severne renesanse (*15. stoletje n. š.*)

Kaj so doprinesli drugi slikarji južne in severne renesanse?



Albrecht Durer, 1525, uporaba perspektivnega orodja

- Raziskave so nadaljevali, **Pierro della Francesca** (*ok. *1415, †1492 n.š.*), ki je napisal delo, Perspektiva v slikarstvu, **Leonardo da Vinci** (*1452, †1519 n.š.*), ki je pisal o zračni in barvni perspektivi ter **Albrecht Dürer** (*1471, †1528 n.š.*), ki je pojem perspektive razširil na severu Evrope.

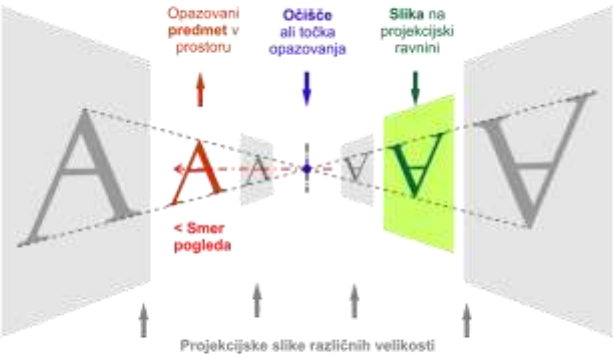
Hans Holbein, 1533, detajl s slike Ambasador

2. del

RAZPRAVA O PERSPEKTIVNI PROJEKCIJI - POJMI

Perspektivni pogled v prostor

Kateri elementi določajo perspektivno opazovanje?

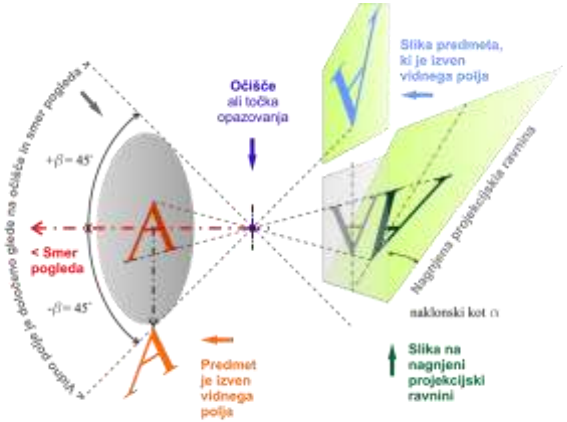


Rdeče obarvana črka "A" predstavlja opazovani objekt, ostale prikazane podobe so perspektivne slike.

- Perspektivo določa **preslikava** preko **ene točko**. To točko **imenujemo** **očišče** ali **točko opazovanja**, lahko pa tudi **točko preslikave**. Slika podobe, ki pri tem nastane, se oblikuje na **projekcijski** ali *frontalni* **ravnini**.
- Če **slika** nastane za točko opazovanja, **je** lahko **manjša**, **enaka** ali **večja** od originala. Če nastane med predmetom in točko opazovanja, je praviloma manjša od originala. Če nastane za predmetom, je praviloma večja od originala.

Lega projekcijske ravnine v perspektivni projekciji

Kakšna je perspektivna slika pri nagnjeni legi projekcijske ravnine?

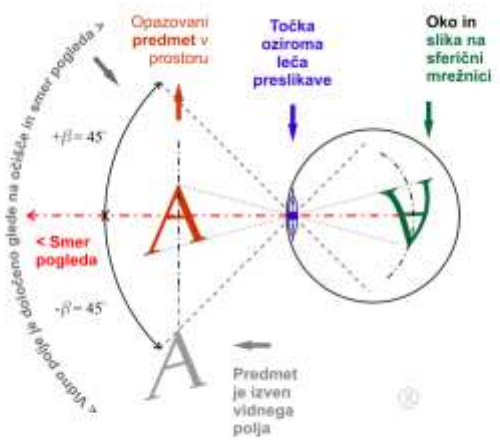


Perspektivna slika lahko postane popačena.

- Projekcijska ravnina je v središčni projekciji lahko ravna in **pravokotno** ali **normalno** postavljena (***normalen*** *v geometriji pomeni* ***pravokoten***) glede na smer pogleda.
- Projekcijsko ravnino ali opazovan predmet lahko postavimo v različne položaje in lege. Projekcijsko ravnino lahko **nagnemo**, predmet pa lahko postavimo **izven vidnega polja**, ki je v osnovi omejen s 45 kotnimi stopinjami glede na smer pogleda.
- V obeh primerih se perspektivna **slika deformira**, ali glede na naklonski kot (*kot* ***α***) ali zaradi oddaljenosti od meje vidnega polja, ki ga izraža vidni kot (*kot* ***β***).

Projekcija na mrežnici očesa

Kakšna je perspektivna slika na mrežnici očesa?

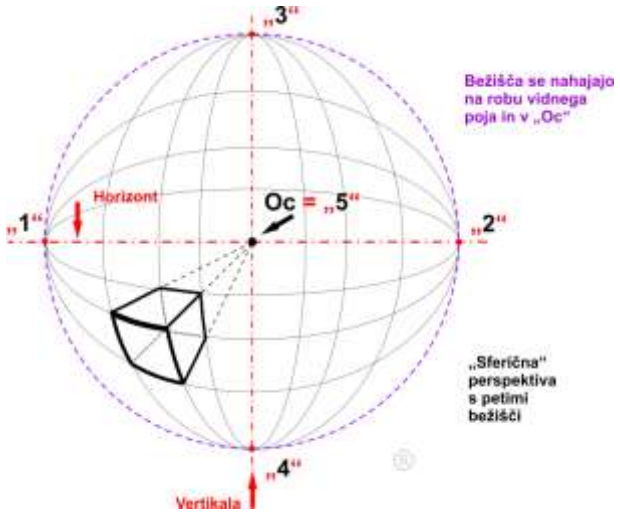


Perspektivna projekcija na polkrožno ploskev oziroma mrežnico.

- Deformacije odpravimo, če projekcijsko ravnino oblikujemo **sferično** oziroma polkrožno (***sfera*** *je krogla iz grško σφαῖρα —* ***sphaira***). Tako je oblikovana očesna mrežnica.
- Deformacijo projekcijske slike lahko odpravimo tudi tako, da **smer pogleda** zasukamo (*usmerimo*) proti predmetom pod kotom (kot **γ**.
- Tak **premik** storimo z očmi vsakič, **ko smer pogleda zdrsne** v pogled na **dol** ali **gor** in tudi **levo** ali **desno** ali obrnemo glavo.

Sferična ali pet-bežiščna perspektiva

Kako je sferična perspektiva povezana z mejo vidnega polja?

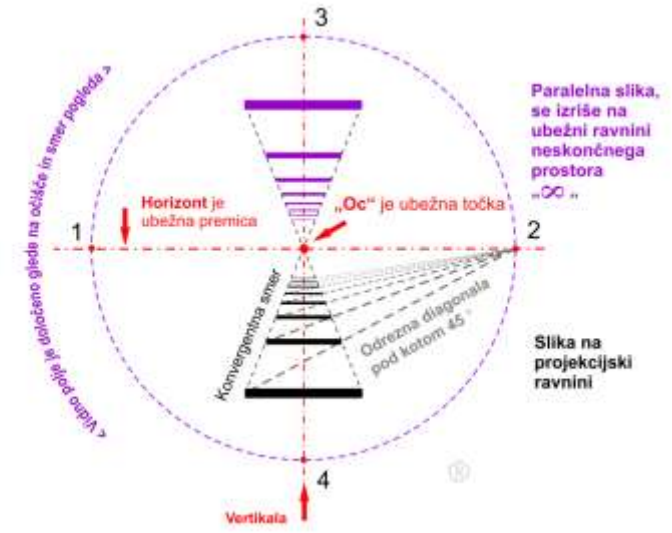


*Sferična ali **pet-bežiščna** perspektiva*

- V **slikarski perspektivi** velja pravilo oziroma dogovor, da so vsi vertikalni robovi vedno upodobljeni pravokotno glede na horizont. Projekcija ima **eno** ali dve **bežišči**.
- Vertikalne robove lahko izpeljemo tudi proti **tretjemu**, **četrtemu** in **petemu** bežišču, ki vzpostavijo ti. **sferično perspektivo**, ki jo lahko upodobimo tudi z objektivom, ki ga poznamo pod imenom **ribje oko** (*ang. fisheye*).

Percepcija končnega in neskončnega prostora

Kako razumemo končni in kako neskončni prostor?



Paralelni perspektivni prostor v končnem in neskončnem prostoru

- **Očišče** je pomembno zato, ker z njegovo pomočjo določimo, kako globoko v prostoru so predmeti ali deli prostora od opazovalca. **Bolj so oddaljeni**, **manjši** so videti in obratno. Govorimo o prvi dimenziji prostora – **globini**.
- **Bežišča** so točke, ki na sliki izražajo mejo med **končnim** in **neskončnim** prostorom »∞«, kjer se **vzporedne linije** navidezno stikajo – **konvergirajo** k točki. Imenujemo jih tudi **ubežne točke**.
- Perspektivno preslikavo lahko razumemo kot podobo realnega ali končnega sveta. Lahko pa jo razumemo tudi kot **podobo** v **neskončnem prostoru*** »∞«, ko se slika pojavi kot **preslikava** v neskončnosti.

**S tem v zvezi je možno podpreti misel oziroma teorem o obstoju vzporednih svetov.*

3. del

PERSPEKTIVNA ORODJA

Klasično perspektivno orodje

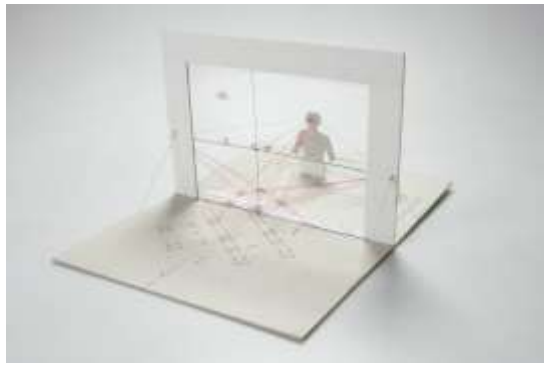
Kakšno je klasično orodje za opazovanje in v pomoč pri risanju perspektive?

Rekonstrukcija renesančnega perspektivnega orodja z možnostjo spreminjanja distance opazovanja.

- Risanje perspektive **temelji na različnih orodjih**, ki omogočajo pravilnost in natančnost. Tako orodje je na primer **okvir**, ki je razdeljen z mrežo žic in **ima distančnik**, na katerem je fiksirano **očišče** *(kukalo)*.
- Opazovalec napravo **usmeri** proti motivu. **Podobo**, ki je bila **ujeta v mrežo**, prenese oziroma **preslika** na projekcijsko površino (*na slikarsko platno ali list papirja*) tako, kot jo vidi v okvirju.

Didaktično perspektivno orodje

Kaj razkrije didaktično orodje perspektivno orodje?



Dušan Šušteršič, 2008, ročno izdelan model perspektivnega didaktičnega orodja.

- Klasične **didaktične** pripomočke uporabljamo tudi v sodobnem času. Leta **2008** je nazoren model perspektivne projekcije izdelal D.Š. profesor na Srednji šoli za oblikovanje in fotografijo v Ljubljani.
- Na modelu so označeni: **mesto opazovalca**, **projekcijska ravnina**, **smer pogleda, višina opazovanja, razdalja do predmeta opazovanja oziroma podobe, projekcijski žarki** in **karakteristične točke** in ne nazadnje perspektivna **projekcijska slika**.

Fotografija in fotografska kamera *(1826)*

Kaj je »Camera obscura«?

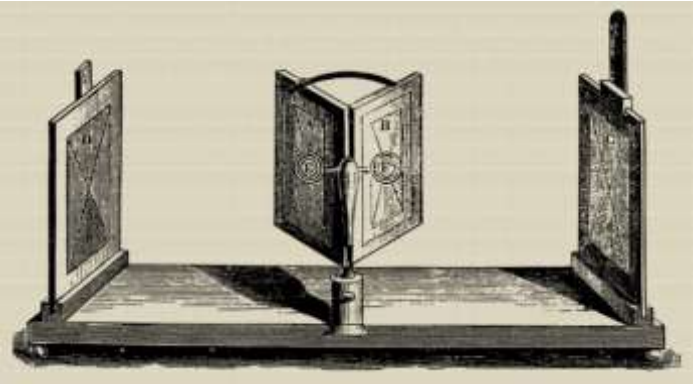
Joseph Nicéphore Niépce, *1826, najstarejša ohranjena fotografija, pogled iz okna na posestvo Le Gras*

- Odnos do središčnega pogleda se je bistveno spremenil po letu **1826**, ko je **Joseph Nicéphore Niépce** (** 1765, † 1833*) **izumil fotografijo**, metodo pa poimenoval **heliografija** (*zapis s sončno svetlobo).*
- Izpopolnjeno napravo, ki ima sistemom leč, na zadnji strani pa fotografski film ali elektronski senzor, ki je občutljiv na svetlobo, imenujemo **fotografska kamera** ali preprosto **fotoaparat**, v izpeljankah pa tudi **filmska**, **video**, **televizijska** in tudi **digitalna kamera**.

Binokularni (*stereoskopski*) pogled v prostor

(17. do 19. stoletje)

Kako deluje stereoskop in koliko let je preteklo preden so ga realizirali ?

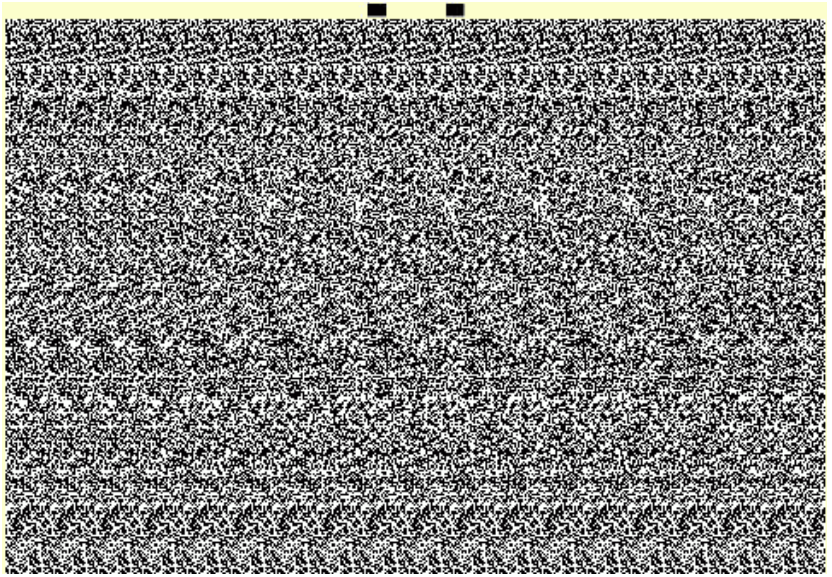


*Charles **Wheatstone**, 1838, stereoskop za prikaz globinske slike*

- Človek na prostor gleda **binokularno** (z ***obema*** očesoma). Že **Evklid** je pravilno razložil, da **levo** in **desno** oko vidita predmet pod **nekoliko drugačnim kotom**.
- O napravi z dvema lečama, binokularju, sta razmišljala že **Giovanni Battista Porta. Jezuit Francois d'Aguillion** (**1567, † 1617*) v svoji razpravi **vpeljal** besedo *"**stéréoscopique**"*, ki se je tudi uveljavila.
- **Charles Wheatstone** (** 1802, † 1875*) je junija **1838** opisal fenomen binokularnega gledanja, napravo pa je poimenoval **stereoskop**.

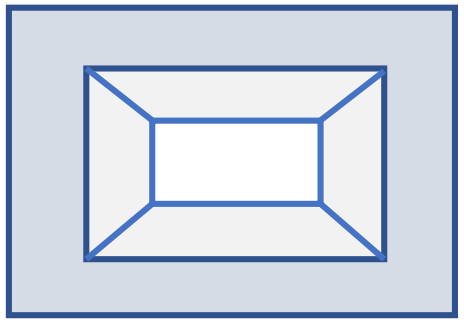
Stereogramski pogled v 3D-prostor

Kako opazovati stereogram, ali znate „škiliti“?



- **Stereogram** je **tehnika**, kjer opazovalec globinsko sliko sestavi s pomočjo **navzkrižnega gledanja**. Pri opazovanju spodnjega primera z vrhom palca pokažite sredino slike in nato realizirajte diagonalni pogled.
- Razmah **stereogramov** se je zgodil šele v času primernih programskih računalniških orodij.

Sterogram, *na levi, prikazuje 4 pravokotne ploskve, ki se manjšajo proti opazovalcu in tvorijo podobo prirezane piramide, ki je z zgornjo ploskvijo usmerjena proti opazovalcu.*



Stereoskopski 3D-posnetki

Kaj je Anaglif?

*Stereoskopska (anagliptična) 3D-fotografija za ogled z očali, ki imajo **rdeče** in **cyan** obarvana filtra.*

- **Pri stereoskopiji** uporabljamo **pasivni** ali **aktivni** tip **3D-očal**,
- Z očali, ki so opremljena **z rdeče-zelenimi** ali **modro-zelenimi filtri** vzpostavimo **globinsko percepcijo** tako, da opazujemo stereoskopsko (***anaglipično***) (*) fotografijo. Le-ta je natisnjena v dveh **komplementarnih barvah** tako, da so karakteristični obrisi zaradi paralakse rahlo zamaknjeni, v **opazovalčevih možganih pa se realizira percepcija globine** prostora.

***Anaglif**, beseda pomeni sliko *(fotografijo ali film),* ki ga sestavljata dva nekoliko različna pogleda na isti objekt, Pojem »**glyph**« je zapisan tudi v besedi »**hieroglif“.**

Kartezijski prostor *(od 17. stoletja dalje)*

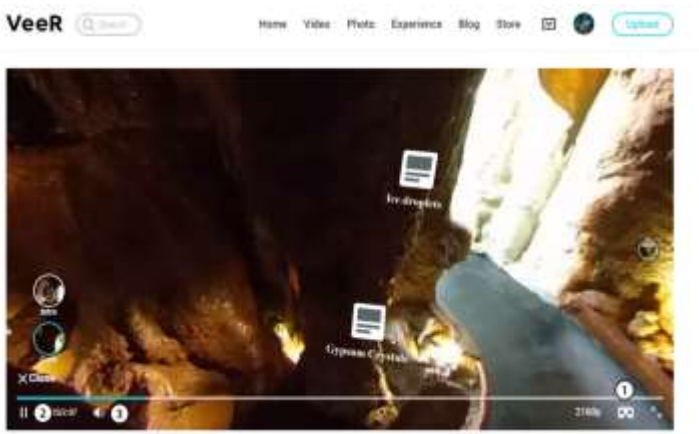
Kaj je utemeljil René Descartes - Cartesius?

Petra Iljaž , 2014, 3D-računalniška grafika Nacetove domačije v Škofji Loki

- Perspektivna projekcija je prisotna tudi v **računalniško podprtem kartezijskem prostoru**. Znanstveno **osnovo za digitalizacijo kartezičnega prostora** je v prvi polovici 17. stoletja utemeljil znani francoski filozof in učenjak **René Descartes - Cartesius** (**1596, †1650*).
- Računalniška tehnologija je **algoritem prostora** (***x***, ***y*** *in* ***z***), razvila do te mere, da virtualni prostor danes uporabljamo v množici dinamičnih, interaktivnih orodjih in okoljih znanstvenega in inženirskega načrtovanja.

Sferična fotografija in 360° video

Ali je video 360° lahko interaktivne narave?



Inga Bau, 2019, sodobne muzejske predstavitve z interaktivnim 360° videom na platformi VeeR.

- Na tej stopnji velja omeniti **sferično fotografijo in 360° video (VR)**. Obe predstavitvi pa lahko sprejmeta elemente interaktivnosti.
- Sferična ali **360° fotografija in video** zajameta lokacijo iz več zornih kotov.
- Poleg zunanjih e-zaslonov, **360° video lahko opazujemo tudi s pomočjo z VR-očal**.

Navidezna resničnost (*VR*)

Na kakšen način je VR ločena od realnega sveta?

*Poleg **VR očal** lahko uporabnik nosi tudi **VR rokavice***

- Za **navidezno resničnost** (*ang. **Virtual Reality**, v nadaljevanju **VR***) je značilno, da ima uporabnik občutek, da se nahaja v **ločenem svetu**. Uporabnik virtualni prostor opazuje preko posebnih očal.
- Senzorji na očalih, ki prikazujejo slike virtualnega prostora, zaznajo uporabnikove premike. Uporabnik, ki nosi VR očala, **zunanjega realnega prostora ne vidi**.
- Tehnologija VR praviloma **uskladi horizont uporabnika s horizontom virtualnega prostora**, v katerega gleda.

Izboljšana ali obogatena resničnost (*AR*)

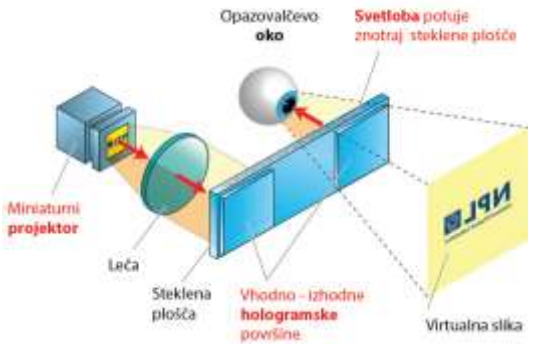
Kako izbrana 3D-ilustracija vpliva na percepcijo oblik pri uporabniku?

Različne figure v aplikaciji »Pokémon GO«

- **Izboljšana resničnost** (*ang.* ***Augmented Reality*** – ***AR***) nadgradi realni svet s slikami, besedilom in tudi dinamičnimi objekti na različnih elektronskih napravah.
- Prva komercialna očala, ki omogočajo realizacijo obogatene resničnosti je **leta 2013** predstavilo podjetje **Google** (***Google Glasses***), ki pa jih je zaradi težav že **leta 2015 umaknil** s trga.
- V praksi AR lahko uporabljamo **pametne telefone, tablične in prenosne računalnike**.

Mešana ali združena resničnost (*MR*), *2013*

Kakšno vlogo so imeli finski laboratoriji (Nokia) pri razvoju Holoolens očal?



Pot svetlobe in generiranje virtualne slike v očalih za prikaz mešane resničnosti

- V **mešani ali združeni resničnosti** (*angl.* ***Merged Reality*** – ***MR***) **vidimo resnično 3D-okolje**, v katerega so v celoti **umeščeni** (*integrirani*) **3D- virtualni interaktivni modeli**.

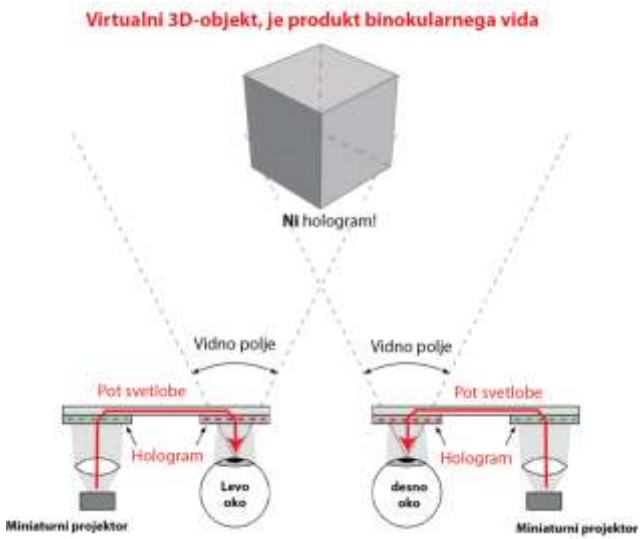
Povzeto po virih:

*„V skladu dogovorom bo bo Microsoft plačal **3,79** milijarde EUR za nakup ter **1,65** milijarde EUR za licenco Nokinih patentov v skupni vrednosti **5,44 milijarde EUR** za patente ter licence za uporabo Nokijinih storitev preslikave.“*

***REDMOND**, Washington, **ESPOO**, Finska, 3. sep. 2013.*

Slika (*MR*) kot produkt binokularnega vida

Kako se v očalih Hololens realizira hologram?



- **Nokijino tehnologijo** je v prakso razvil **Microsoft**, ki je ne dolgo tega predstavil očala **Hololens**.
- Očala delujejo **avtonomno** (*brezžično*) glede na okolje. Z vrsto tehnoloških rešitev na osnovi projekcije modela, **hologramskih površin** in **binokularnega vida** omogoča **vizualizacijo** in **interakcijo** z virtualnim 3D-modelom **v resnično videnem prostoru**, v katerem se uporabnik nahaja.

Virtualni 3D-objekt je v očalih za mešano resničnost produkt binokularnega vida.

ZAKLJUČEK

Razvojni vidiki perspektivnega gledanja

Kako bomo perspektivni pogled uporabljali jutri?

Struktura in izgled »Hololens« očal, s pomočjo katerih lahko realiziramo mešano resničnost.

- V **SSKJ** je raba besede **perspektiva** utemeljena in upravičena tudi z **upanjem v ugoden potek**, izid. **Pomeni** pa **tudi raziskovati perspektive za delo, sodelovanje**…
- Tudi ta prispevek je raziskovalne narave. **Prikazan je z namenom**, **da ga sledi tudi mladina**, ki si bo s poznavanjem klasičnih in sodobnih teoremov, ter poznavanjem klasičnih in sodobnih izvedbenih praks, ki so povezane z dojemanjem prostora in pogledom nanj, **lahko izboljša lastno perspektivo**.

V prostor orientirane tehnologije prihodnosti

Kaj je VRTK?

Kaj je BIM?

Kaj je AEC?

- **uporaba vmesnikov VRTK (*Virtal Reality Toolkit*) za izdelavo aplikacij v VR okoljih (*lokomocija (kinematika), ergonomija, uporaba rok, interakcija, optimizacija*… v oblikovanju, znanosti, inženirstvu, medicini…**
- **BIM (*Building Information Modeling*) načrtovanje in upravljanje „*inteligentnih*“ stavb, naselij, mest.**
- **Arhitekturni, inženirski in gradbeni trg (*Architectural Engineering and Construction Market*) pozna preko 50 aplikativnih virtualnih orodij (*VR Tools*) .**

Druga področja …

V katerih področjih se širi uporaba VR, AR, MR?

- **Več ducat načinov uporabe VR v izobraževanju od vrtca do univerzitetnih okolij .**
- **VR v industriji zabave (*Game Design*)**
- **VR v muzealski stroki, Louvre in HTC VR razvijajo virtualne sprehode po muzeju…**
- **In ne nazadnje obramba držav, vojska ZDA načrtuje nakup 100.000 (MS Hololens) naprav…**

Razširite pogled na prostor in nadaljujte z raziskovanjem.

Peter Rau, prof.

www.prau.si

arnes