

## Diskrétní zrak ve 4D prostoru



Bohumír Tichánek

Potřebným smyslem, který orientuje tvora v prostoru, je **zrak**. K růstu intelektu sice bývá důležitější sluch; vždyť hluchý člověk obtížně komunikuje s druhými lidmi, takže získává méně myšlenek. Ovšem zvládat denní život beze zraku je obtížné. Naše vědomí vytváří, z obrovského množství informací trojrozměrného světa, jen dvojrozměrný obraz okolí. Dozvídáme se o jasu a barvě - vidíme rozmístění objektů. Údaje bývají dynamické, sledujeme změny těchto veličin.

V článku zkusím zobrazit, jakým způsobem může působit zrak v jiných prostorech. A to až ve čtyřrozměrném (4D) prostoru, pro nějakého tamního 4D tvora. Současná virtuální realita může směřovat k budoucímu vytvoření umělého 4D prostředí, tím zdůvodním hledání v tomto směru.

### OBSAH

1. Zrakové vjemy
2. Vidění ve 2D světě
3. 4D prostor geometricky
4. Vidění ve 3D světě
5. Vidění ve 4D světě
6. Daleké vidění ve 3D
7. Hlubkové vidění ve 4D prostoru

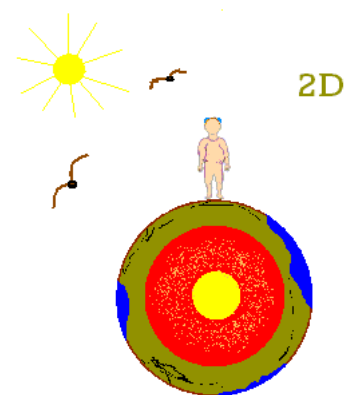
\* \* \*

### 1. Zrakové vjemy

Zrak nám předkládá dvojrozměrný obraz okolí, podrobený perspektivě. Ta je našemu pobytu ve světě prospěšná - zrak obvykle ukazuje známé předměty a tehdy jejich relativní velikost napoví, jak jsou vzdálené. Proto i jedooký člověk může úspěšně řídit auto.

Každé ze dvou očí je umístěné v jiném místě prostoru. Zaostřením očí na předmět může člověk i upřesnit vzdálenost předmětu, jehož povrch pozoruje. Navíc - když se přivádí dvěma pozorovatelovým očím dva obrazy, porizované vzájemně hodně vzdálenými kukátkami, pak údajně je obraz ještě plastičtější než obvykle. Vjem postavení očních svalů napomáhá vzniku jistého pocitu hloubky 3D prostoru.

Je tím snad do vnímání zanesený i třetí rozměr? Domnívám se, že je to jen lidský pocit hloubky prostoru. I kdyby člověk získal ještě víc očí, porůznu rozmístěných v 3D prostoru, pak by mu stále zobrazovaly jen povrch rozmístěných objektů. Vnímání různě vzdálených povrchů neoznačím za vjem třetího rozměru. Při pohledu na obrázek, řekněme v prvním a ve druhém směru, můžeme očima zkoumat objekty bod po bodu, kdežto ve třetím směru do hloubky nevnikáme.



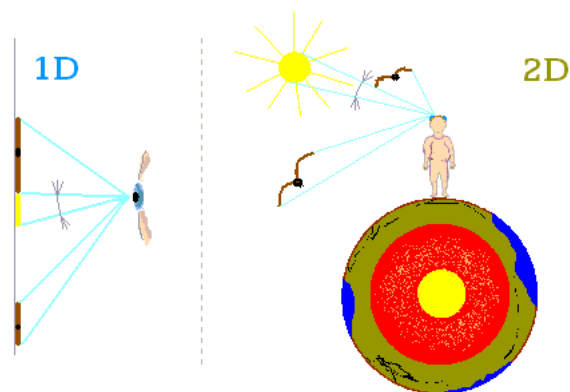
Obr. 1. Svět 2D

### 2. Vidění ve 2D světě

Vidění, v různěrozměrných prostorech, začnu posuzovat ve prospěch vymyšleného stínového 2D tvora. Stojí na svém 2D zeměkruhu, nad ním létají stínoví ptáci a září jeho 2D slunce (obr. 1). Oči má umístěné na obvodě hlavy. Nezakreslím je tam, kde je máme my. Světlo plochého světa by do očí, až dovnitř jeho obličeje, nedošlo.

Stínovo vidění není dvojrozměrné, je jen přímkové. Vidí jen 1D obrysy okolních 2D objektů (obr. 2). Délku objektů mu určuje zorný úhel.

Dvě oči zřejmě prospívají i stínovému tvoru. Prostor vnímá nadále v jednom rozměru - v jeho délce, ale oči, umístěné v různých místech na hlavě, jeho zážitek vylepší vjemy vzdálenosti objektů. Do hloubky objektů však nevnikají. Tvor nevidí obsah kruhu svého slunce, pouze čáru slunce.

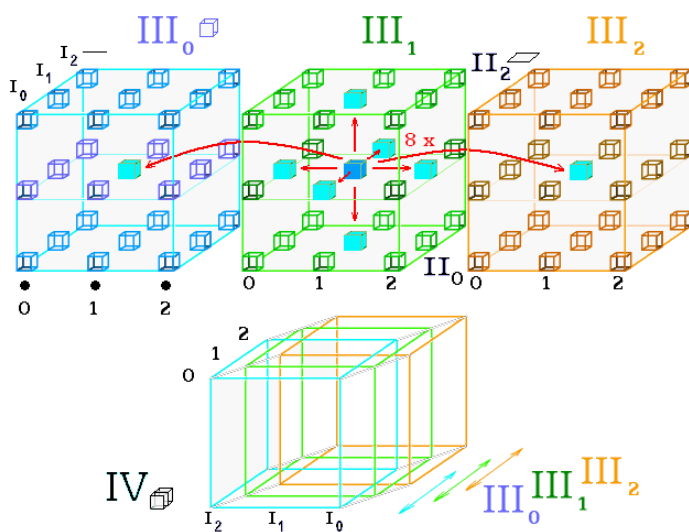


Obr. 2. Vidění ve 2D světě

### 3. 4D prostor geometricky

Matematika již dávno zpracovala rovnice vícerozměrných prostorů. Geometrie řešila obrysy 4D objektů již v 19. století. Zde však jinak - sledují prostor se všemi body, jež obsahuje.

Prostor 4D je složený z mnoha objemů. Hloubat nad spojitým provedením geometrického 4D prostoru je obtížné, kdežto diskrétní provedení lze vysvětlovat snáze. Vyjít z podobnosti se složením objemu - z navrstvených ploch. Ve 4D prostoru ať jsou objemy umístěny jeden přes druhý a to ve 4. směru, který člověk nevnímá. Vzájemně se jakoby prostupují, vždy posunuté o 1 posici. Pak jedna bodová posice má osm sousedních posic, jež každá je od ní vzdálená vždy stejně daleko - 1 krok (obr. 3).



Obr. 3. Krychle 4D

Na ploše má bod diskrétního prostoru 4 jiné body sousední, v objemu jich má 6, takže ve 4D prostoru jich bude mít 8.

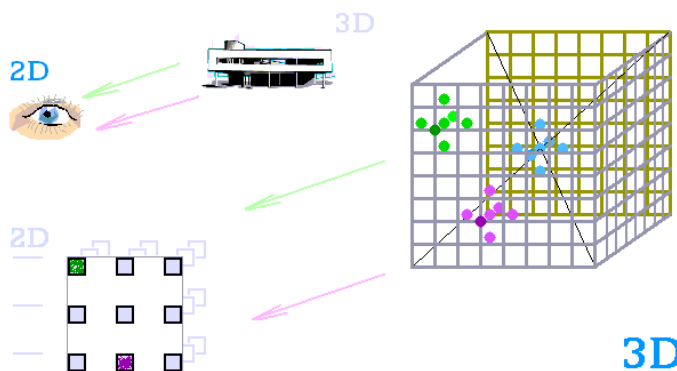
Sousední body upřesním. Každý bod 4D prostoru má nejen 6 sousedů našich známých směrů, ale ze svého objemu může přeskočit i do jednoho nebo druhého sousedního 3D objemu. Do stejně umístěné posice nového objemu. Šikmé kroky nejsou povolené.

Nakreslená krychle  $III_0$  má hranu délky 2 kroků, obsahuje 3 body. Tvoří ji tři vrstvy čtverců a proto ke vzniku 4D krychle je potřeba rovněž tří objemů, tří krychlí.

K představě pomůže názor o vzájemném pronikání sousedních objemů, v posunutí o 1 posici. Pak ve 4. směru bod přeskakuje stejně snadno, stejně blízko, jako v předchozích třech směrech.

### 4. Vidění ve 3D světě

Nejprve vidění v našem 3D světě (obr. 4). Objekt a oko jsou nakreslené jako spojitě a i bodové. Objekt 3D promítá na sítnici (2D) jen svůj povrch. Zelenou a fialovou kaňku oko uvidí, kdežto modrá kaňka zůstává skrytá uvnitř 3D tělesa. Objekt září jen paprsky dvou barev.



Obr. 4. Vidění ve 3D světě

## 5. Vidění ve 4D světě

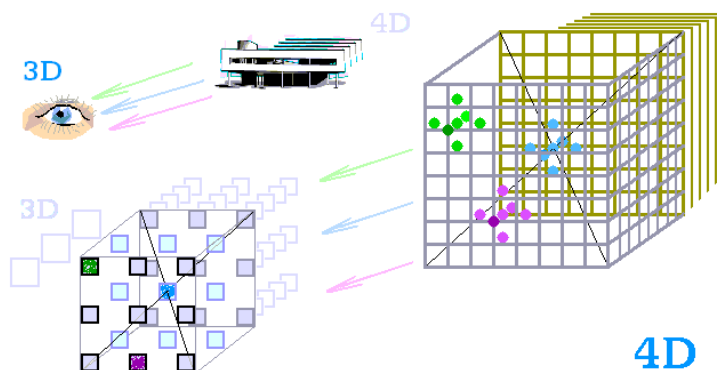
Názor Hermanna Helmholtze je známý. Tvor 4D prostředí, sledující náš svět, by viděl dovnitř našich 3D objektů. Toho přístupu užívám, abych hrubě znázornil princip oka 4D tvora.

My 3D lidé chápeme, že objem vzniká vrstvením ploch. Naše 2D vidění vnímá mnoho rovnoběžných 1D přímk, jež tvoří plochu. Vidíme a vyhodnocujeme je všechny současně, což je fiktivnímu 2D tvorovi nepředstavitelné. On vidí jen jedinou 1D čáru.

Kdežto 4D tvor by viděl současně všechny 2D vrstvy, ze kterých je poskládané 3D bodové těleso. To je zase nepředstavitelné pro nás, kterým oční sítnice zobrazuje aktuálně jediný 2D obraz. Povrch okolí.

Naposled znázornuji 4D objekt, složený ze sousedních 3D částí (obr. 5). Podle našeho hodnocení sebou pronikají; nevnímáme 4D objekt. Kdežto 4D prostor je pořádá do vrstev samostatných objemů.

Vidění tvora ve 4D prostoru by bylo trojrozměrné. Sítnice jeho oka by fungovala v objemové stavbě, nikoliv jen na ploše. Vnímá by nejen skvrnu zelenou a fialovou, ale i vnitřní – modrou.



Obr. 5. Vidění ve 4D světě

Nějaké průsvitné těleso by nám umožnilo jiné vidění, a podobně hloubkou prochází rentgenové záření; ovšem nakonec získaný obraz vyhodnotíme jen 2D zrakem.

## 6. Daleké vidění ve 3D

Ještě k vidění do dálky. Člověk ať vidí nablízku budovu a k ní vzdálený les. Vnímá nárys budovy, jenž je obklopený lesem. Jeho 2D obraz je složený z objektů různé vzdálenosti.

Náplň zorného pole je určena obsahem všech 1D přímk, ze kterých se člověku obraz skládá.

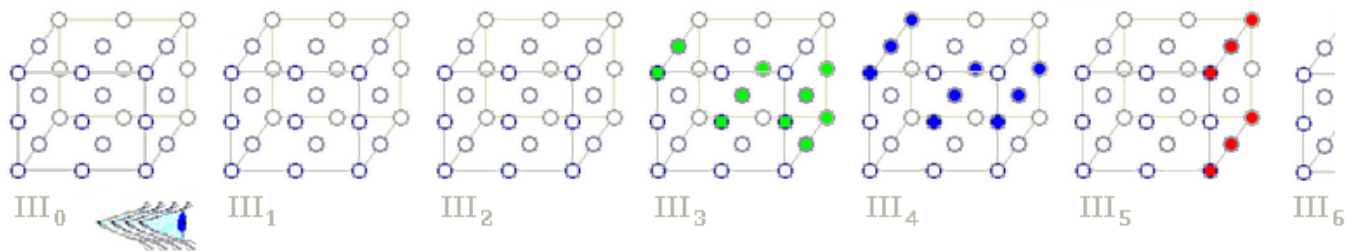
Pouze u známých objektů člověk snadno rozhodne, v jaké vzdálenosti je obsah umístěný. Kdežto bude-li stát na povrchu neznámé hornaté, rozpukané a třesoucí se planety, se vznášejícími se skalami, a ač třeba i mnoho kamer on má, získá sice svůj obvyklý 2D vjem, ale stěží posoudí, co vlastně vidí. Snadno by odlišil les od domu, jenže zde vidí horniny neznámých vrstev, tvarů a rozměrů. Obtížně určuje, jak jsou mu vzdálené jednotlivé části obrazu, i když k určení vzdálenosti mu napomáhá zaostření obrazu úsilím očních svalů. To je však omezené jen do určité vzdálenosti <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> Stanislav Bártil - MFdnes 4.3.2000/s. VIII

*Jen těžko se zapomíná na něco, co se mi přihodilo před lety v Antarktidě. Počasí toho rána za moc nestálo. Člověk se rozhlédne a má dojem, že svět zmizel v jakési bílé mlze. Jenomže žádná mlha není. Je zcela zřetelně vidět temné siluety klopýtajících postav, zaparkovaného letadla i pásového traktoru, plazícího se v dálce. Ale vše jako by se vznášelo v čemsi mléčném, nehmotném, všudypřítomném. Působí to neskutečně, až trochu strašidelně. Jde však pouze o zvláštní přírodní úkaz, vyskytující se nejčastěji v Antarktidě. Předpokládá souvislou sněhovou pokrývku a nad ní souvisle zataženou oblohu. Sluneční paprsky pronikají oblačností, odrážejí se od sněhu zpět, ale oblačný strop je z velké části zase vrací a tak to jde dokola. Vzniká mnohonásobný lom a dokonale rozptýl světla, polapeného v pasti. Světelná záplava na vás útočí ze všech stran se stejnou intenzitou a stírá všechny stíny, všechny kontrasty. Když zmizí kontrasty, člověk vizuálně nic nevnímá. Neví dobře, po čem šlape, jestli má před sebou hrbol či prohlubeň. Obtížně odhaduje vzdálenost a pokud nezakotví pohled na nějakém tmavém objektu, ztrácí prostorovou orientaci.*

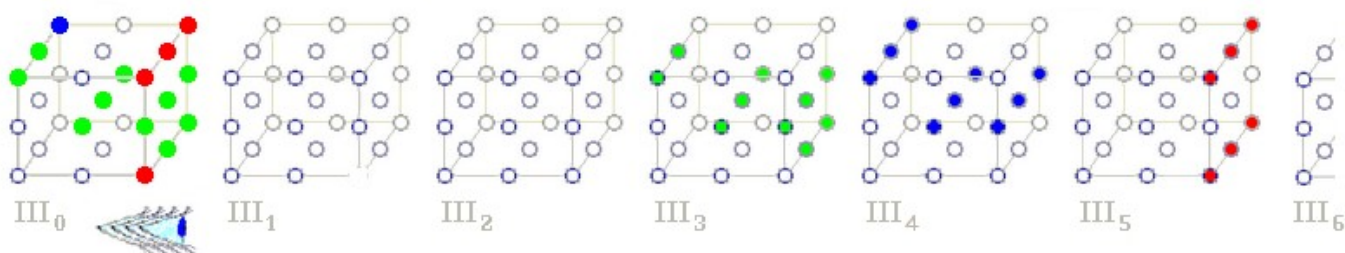
<sup>2)</sup> [Let v bílé mlze Antarktidy, havárie DC-10 roku 1979](#)

## 7. Hlubkové vidění ve 4D prostoru



Obr. 6. Dva objemy oddělují oko ( $III_0$ ) a 4D objekt ( $III_3 - III_5$ )

Znovu ke 4D prostoru (obr. 6). Vlevo krychlička  $III_0$  simuluje 3D sítnici oka ve 4D světě. Objem sítnice tvoří 2D vrstvy, jedna za druhou. Nyní je tato  $III_0$  prázdná. Dál sledujme 4D těleso, složené z objemů  $III_3$  až  $III_5$  - kdežto minulý (5.) obrázek ukazoval 4D tvorovi barevné kaňky pouze z jediného objemu. Oko  $III_0$  je od 4D pozorovaného objektu  $III_3$  až  $III_5$  trochu vzdálené, jak zajišťují objemy  $III_1$  a  $III_2$ .



Obr. 7. Dvojměrné vrstvy naplní 3D obraz 4D tvora

Těleso v jednom okamžiku vypustí fotony tří barev (obr. 7.). Z objemu  $III_3$  obsadí sítnici  $III_0$  všechny zelené body. Z objemu  $III_4$  se dostává jediný modrý bod, kdežto ostatní jsou zcloněné zelenou náplní objemu  $III_3$ . Z šesti červených bodů objemu  $III_5$  dojdou do cíle jen 4 červené body; jejich světlo se dostane do 3D oka 4D tvora.

Snadno si představíme, že náš 2D obraz se skládá ze sousedních přímk. Kolik přímk, vzdálených od sebe o Planckovu délku, se nám do zorného pole vejde, tak široký či vysoký obraz máme.

Čtyřrozměrnému světu nabízím názor, že objem, který 4D tvor vidí, je složený z konečného počtu ploch. Nejbližší naplněná plocha bližšího 3D by zclonila všechny nejbližší plochy vzdálenějších 3D. Obdobně, jako v našem 2D obraze - náplň vzdálenějších 1D přímk je nám cloněna bližší náplní.

Konstrukci světa lze odvozovat z bodového prostoru. Z něho se údaje přepočtou do perspektivního prostoru, který je pak do vědomí předkládaný zrakem i sluchem.

