

┌  
**D. Snopková<sup>1,2</sup>, V. Juřík<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> *Geografický ústav, Masarykova Univerzita*

<sup>2</sup> *Centrum pro experimentální psychologii a kognitivní vědy,  
Masarykova Univerzita*

<sup>3</sup> *Psychologický ústav, Masarykova Univerzita*

ČÁST I.  
Vybrané aspekty  
**lidského chování při  
evakuaci**

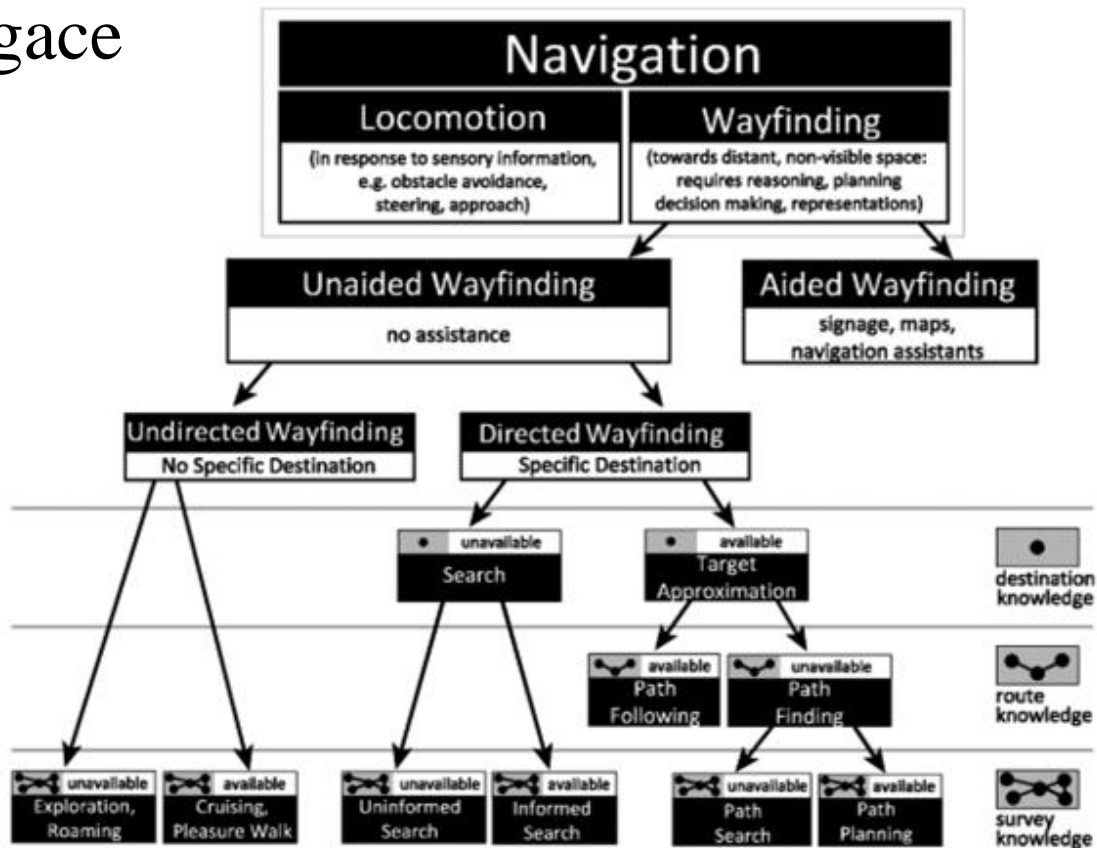
# Osnova

- Lidské chování při evakuaci - trocha teorie
- Jak tyto efekty simulovat a zkoumat?
  - experimenty v reálných prostředích
  - experimenty ve virtuální realitě
- Jak vytvořit vhodné testovací prostředí?
  - konverze modelů
- Sběr uživatelských dat a jejich analýza
  
- odpoledne: ukázka testovacího prostředí



# Evakuace jako typ navigace

- v případě zaregistrování evakuačního značení → **podporovaná “aided” navigace**
- v dalších případech → **hledání trasy** k známé destinaci (východ), “retracing”
- lidské mentální prostorové reprezentace jsou nepřesné (Evans, 1980)
- může dojít k zablokování trasy → okupant se více řídí intuicí, následuje chování dalších okupantů
- využití některé ze strategií vyhledávání trasy



Obr: Taxonomie navigačních úloh (Wiener et al., 2009)

# Strategie vyhledávání tras - teorie prostorové syntaxe

## Geometrické metriky

- *délky segmentů, relativní vzdálenosti, zakřivení, linearita, úhly*
- lidé se příliš nerozhodují podle vzdáleností - špatný odhad
- **least angle strategy** *Golledge (1995); Dalton (2003); Hillier & Iida (2005)*
- **fewest turns strategy**
- **straight initial segment strategy** *Bailenson et al. (2000)*

## Konfigurační metriky

- *topologie, vztahy mezi segmenty (koridory) a prostorovými subjednotkami (místnostmi) a jejich umístění v kontextu celého propojeného systému (budovy)*
- → **axial map**: hranice, konvexní prostor a axiální linie *Hillier et al. (1984)*
- → **interconnection density**: počet možných odboček v rozhodovacím bodu (1: slepá ulička, 2: koridor, 3: T-křižovatka...) *O'Neill (1991)*
- **longest line-of-sight strategy** *Emo (2014)*
- **nejproblematictější T-křižovatky** *Mellinger et al. (2012)*

## Metriky viditelnosti

- → **isovists**: projekce prostoru viditelného z jednoho bodu do 2D *Benedikt (1979)*
  - **partial isovists**: zúžení zorného pole *Mellinger et al. (2012), Conroy (2001)*
- → **visibility graph analysis (VGA)**: rozšíření metody isovists pro analýzu celého prostředí najednou *Turner et al. (2001)*
- **VGA metriky korelují s projetou vzdáleností** *Li & Klippel (2010)* a **počtem odbočení** *Hölscher & Brösamle (2007)*
- **rozdíly podle znalosti budovy** *Hölscher et al. (2005), Li & Klippel (2014, 2016)*
  - **central point strategy nováčci**
  - **floor strategy experti**

# Strategie vyhledávání tras - teorie prostorové syntaxe

## Geometrické metriky

- *délky segmentů, relativní vzdálenosti, zakřivení, linearita, úhly*
- lidé se příliš nerozhodují podle vzdáleností - špatný odhad
- **least angle strategy** *Golledge (1995); Dalton (2003); Hillier & Iida (2005)*
- **fewest turns strategy**
- **straight initial segment strategy** *Bailenson et al. (2000)*

## Konfigurační metriky

- *topologie, vztahy mezi segmenty (koridory) a prostorovými subjednotkami (místnostmi) a jejich umístění v kontextu celého propojeného systému (budovy)*
- → **axial map**: hranice, konvexní prostor a axiální linie *Hillier et al. (1984)*
- → **interconnection density**: počet možných odboček v rozhodovacím bodu (1: slepá ulička, 2: koridor, 3: T-křižovatka...) *O'Neill (1991)*
- **longest line-of-sight strategy** *Emo (2014)*
- **nejproblematičtější T-křižovatky** *Mellinger et al. (2012)*

## Metriky viditelnosti

- → **isovists**: projekce prostoru viditelného z jednoho bodu do 2D *Benedikt (1979)*
  - **partial isovists**: zúžení zorného pole *Mellinger et al. (2012), Conroy (2001)*
- → **visibility graph analysis (VGA)**: rozšíření metody isovists pro analýzu celého prostředí najednou *Turner et al. (2001)*
- **VGA metriky korelují s projetou vzdáleností** *Li & Klippel (2010)* a **počtem odbočení** *Hölscher & Brösamle (2007)*
- **rozdíly podle znalosti budovy** *Hölscher et al. (2005), Li & Klippel (2014, 2016)*
  - **central point strategy nováčci**
  - **floor strategy experti**

# Strategie vyhledávání tras - teorie prostorové syntaxe

## Geometrické metriky

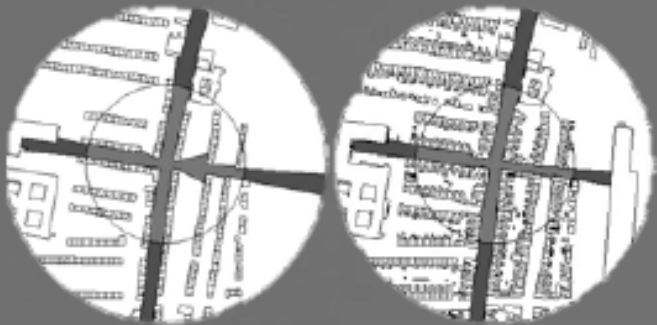
- *délky segmentů, relativní vzdálenosti, zakřivení, linearita, úhly*
- lidé se příliš nerozhodují podle vzdáleností - špatný odhad
- **least angle strategy** *Golledge (1995); Dalton (2003); Hillier & Iida (2005)*
- **fewest turns strategy**
- **straight initial segment strategy** *Bailenson et al. (2000)*

## Konfigurační metriky

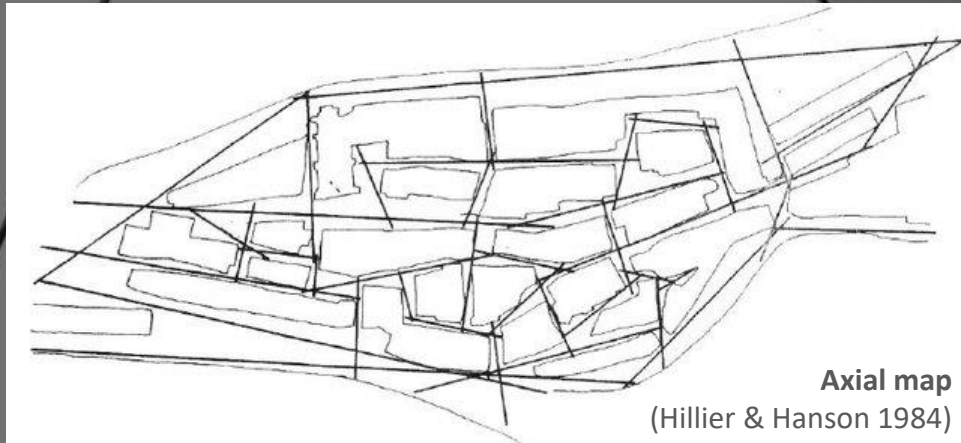
- *topologie, vztahy mezi segmenty (koridory) a prostorovými subjednotkami (místnostmi) a jejich umístění v kontextu celého propojeného systému (budovy)*
- → **axial map**: hranice, konvexní prostor a axiální linie *Hillier et al. (1984)*
- → **interconnection density**: počet možných odboček v rozhodovacím bodu (1: slepá ulička, 2: koridor, 3: T-křižovatka...) *O'Neill (1991)*
- **longest line-of-sight strategy** *Emo (2014)*
- **nejproblematictější T-křižovatky** *Mellinger et al. (2012)*

## Metriky viditelnosti

- → **isovists**: projekce prostoru viditelného z jednoho bodu do 2D *Benedikt (1979)*
  - **partial isovists**: zúžení zorného pole *Mellinger et al. (2012), Conroy (2001)*
- → **visibility graph analysis (VGA)**: rozšíření metody isovists pro analýzu celého prostředí najednou *Turner et al. (2001)*
- **VGA metriky korelují s projetou vzdáleností** *Li & Klippel (2010)* a **počtem odbočení** *Hölscher & Brösamle (2007)*
- **rozdíly podle znalosti budovy** *Hölscher et al. (2005), Li & Klippel (2014, 2016)*
  - **central point strategy nováčci**
  - **floor strategy experti**



Isovist elements (Mora and Peebles, 2014)



Axial map  
(Hillier & Hanson 1984)

# Teorie prostorové syntaxe

⊃ ((( ( ) ) ⊃ ( ) ) ⊃ (( ( ) ) ⊃ ( ) ) )

⊃ (( ) ⊃ ( ) )

**Originální space syntax  
formule** (Hillier et al., 1976)

VGA - Visual access (step depth) (Brösamle et al., 2007)



# Další pozorované efekty - z literatury

- mylná představa paniky (*Proulx 2001; Cornwell 2003*)
  - lidé uvádí, že jsou nervózní, vystresovaní, vystrašení
  - ale nechovají se iracionálně, pouze se rozhodují rychle na základě dostupných informací (které ne vždy jsou úplné)
- lidé nezahájí evakuaci ihned po rozeznění alarmu (*Proulx & Sime, 1991; Geyer et al., 1988*)
  - alarm není vždy všude dokonale slyšet
  - lidé nevěří, že je alarm skutečný - lepší jsou mluvená hlášení (ne nahraná) (*Proulx et al., 1995*)
  - lidé často reagují až při přítomnosti kouře
  - “*task fixation*”, koncept závazku - lidé pokračují v jezení, dívání na film... (*Proulx, 2001*)
  - koncept role - lidé čekají na chování vedoucích, prodavačů (*Proulx, 2001*)
  - sociální aspekty - hledají příbuzné, cennosti, mazlíčky





# Další pozorované efekty - z literatury a empirie

- lidé volí cestu ven přes otevřené dveře (i když ty zavřené lze otevřít) (“NOVÁ RADNICE 2019“ taktické cvičení složek IZS HZS hl. m. Prahy) █
- lidé si nevšímají evakuačních plánů ani evakuačního značení (napr. *Munich Airport fire*, *Lowenbrauskeller fire Munich 1973*)
- lidé evakuační cestu volí po paměti - “*retracing*” (napr. *Rhode Island Station fire 2003*)
- skupinové efekty - lidé přitahují již přelidněné oblasti “*flocking*” (Tong & Carter, 1985)
- velkou roli hraje předešlá zkušenost s evakuací, znalost prostředí (každodenní okupanti vs. návštěvníci)



# Výzkum evakuačního chování

Pro dobré predikce potřebujeme dobrá data o reálném chování,  
to znamená validní a nezkreslená data.

Jak získat data o reálném průběhu krizové situace?



# Jak získat dobrá data o chování?

Behaviorální experiment v reálném prostředí

Mobilní ET technologie



# Jak získat dobrá data o chování?

Behaviorální experiment v reálném prostředí

Mobilní ET technologie

Behaviorální experiment ve VR simulaci

BIM – virtuální modely budov

Imerzivní virtuální realita



# Jak tyto efekty simulovat a zkoumat?

- získat data z reálných evakuací je náročné
- možnost využít evakuační cvičení, dokážou poskytnout stejné podmínky zejména když nejsou ohlášené (*Proulx, 2001*)
- možnost řízeného testování v reálném prostředí
  - ale časově náročnější na organizaci, sběr a vyhodnocení dat (prostory, lidé, etika)
  - nemožnost kontrolovat podmínky (dým, žár)
  - limitované možnosti sběru dat, počet měřících nástrojů
  - potřeba testovat efekty v prostředí budovy, která ještě není postavena
- potřebujeme vysoce realistické prostředí (zachování ekologické validity)
- potřebujeme kontrolovat parametry
- potřebujeme sbírat data (neinvazivně)

... možné řešení nabízí **Virtuální Realita**

# iVR technologie

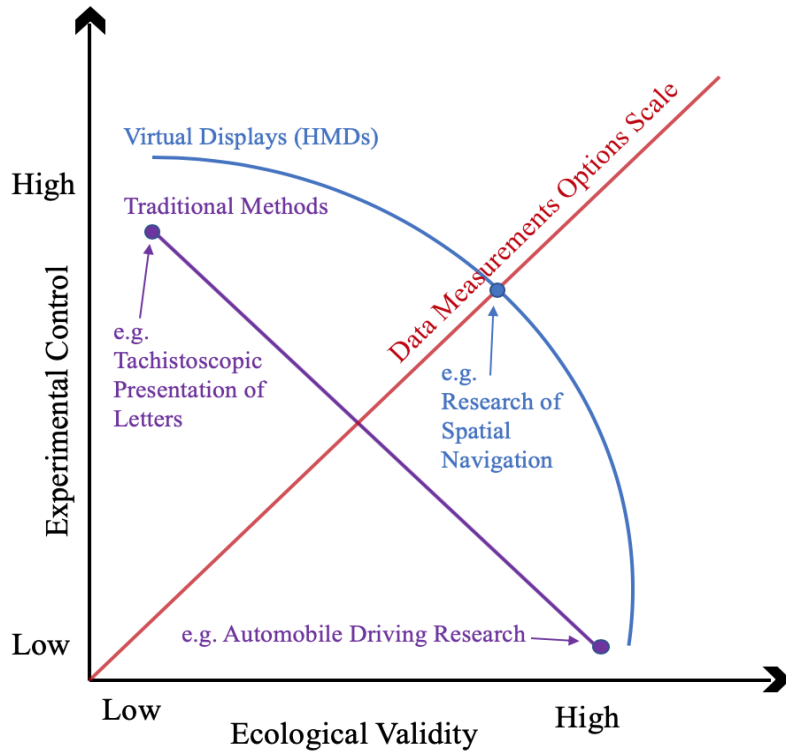
(Head-mounted displays)



# Haptická virtuální realita



# Virtuální realita



Obr: Vztah mezi experimentální kontrolou a ekologickou validitou (Loomis et al., 1999)

- + téměř neomezené možnosti úpravy prostředí, simulace kouře, ohně, interaktivní prvky
- + možnost testování v neexistujících prostorech
- + lepší časová a ekonomická dostupnost
- + implementace sběru dat na pozadí (bez vnímání uživatelem)
- problémy s ovládáním
- “motion sickness”
- otazná ekvivalence VR prostředí a reálného prostředí
- obtížnost vytvoření multi-agentní simulace (interakce uživatelů)



# Experiment: únik z budovy FF MU

## Užití Eye-Trackingových brýlí

### Budova B FF MU (bc. práce K. Johecové)

Práce mapovala:

- ekonomickou náročnost;
- hledání trendů;
- ověření technologie;
- měřicí nástroj - identifikace datových prvků, možnosti analýz.

Technologie:

- mobilní eye-trackingové brýle SMI (SensoMotoric Instruments); frekvence 60 Hz);
- analýza záznamů program BeGaze verze 3.6.52 společnosti SMI.

## Pracovní hypotézy: Genderové rozdíly

- Muži méně spoléhají na orientační body a čas setrvání zraku na nich tedy je nižší než u žen.
- Pohyb mužů je plynulejší, méně času stráví v úplném zastavení a nevrací se.
- Délka průchodu je u mužů kratší.
- Muži více využívají globální orientační body a ženy více lokální orientační body.



## Empirická zjištění (malý vzorek)

- RT úniku: F:  $m = 82.0s$  ( $sd=10.74s$ ), M:  $m = 78.8s$  ( $sd=9.65s$ ); non-s
- Rozhlížení: F:  $m = 5.8$  ( $sd=3.11$ ); M:  $m = 2.2$  ( $sd=1.79$ ); non-s
- Fixace: M:  $m = 26.0$  ( $sd=10.95$ ); F:  $m = 32.2$  ( $sd=30.26$ ); non-s
  - Fixace na ceduli ÚV: M:  $m = 5.4$  ( $sd=6.73$ ); F:  $m = 0.4$  ( $sd = 0.89$ ); non-s
  - Fixace LOB: M;  $m = 21.29$  ( $sd=14.12$ ); F:  $m = 46.72$  ( $sd=13,33$ ); non-s

Změny kvality fixací: důležitost patra, zaměřenost na cíl :

- **muži zvyšují intenzitu pátrání a vytvoří si obrázek (cca  $\frac{2}{3}$  cesty) pak se drží směru**
- **ženy dále zkoumají detaily i ve 3/3 cesty)**

Celkem **4 participantky z 5 (80 % žen)** zvolily **odlišný východ, než se nabízel** (nacházející se napravo odschodiště). Je pravděpodobné, že to má spojitost s výrazně vyšším počtem fixací žen na značení únikové cesty.

Dvě participantky z celkových 10 účastníků se při průchodu musely vracet, protože zvolily špatný směr.

# Závěry

- **Muži si celkově při orientace vedli lépe** než ženy.
- **Muži byli rychlejší**, neztráceli se a ve svém počínání si byli **jistější**.
- Ženy měly průměrně vyšší počet i délku fixací, více se ztrácely a rozhlížely.
- Na rozdíl od mužů se ženy orientovaly podle cedule navigující k únikovému východu, a to i přesto, že tato trasa byla v rozporu s jejich znalostí budovy (prostorová anxiety nebo poslušnost - kulturní koncept - možná explorace).
  
- **Rozdílné strategie průchodu** - muži se v podstatě rozhodnou už v polovině cesty a pak svůj plán dokončí.
- Ženy svoji reprezentaci prostoru neustále zpřesňují i v poslední části cesty.

→ **Genderové zpřesnění modelu**



# Z VÝKRESU DO VIRTUÁLNÍ REALITY

Konverze modelů

# Motivace

- co nejspíše získa prostředí vhodné pro uživatelské testování
- manuální tvorba časově náročná
- můžeme využít existující modely budov (BIM)

## Vhodné prostředí:

- zachovává metrické rozměry budovy (3D)
- dostatečně realistický vzhled přítomných objektů a textur
- osvětlení scény
- interaktivní prvky
- neinvazivně sbírá data o uživatelské interakci a pohybu

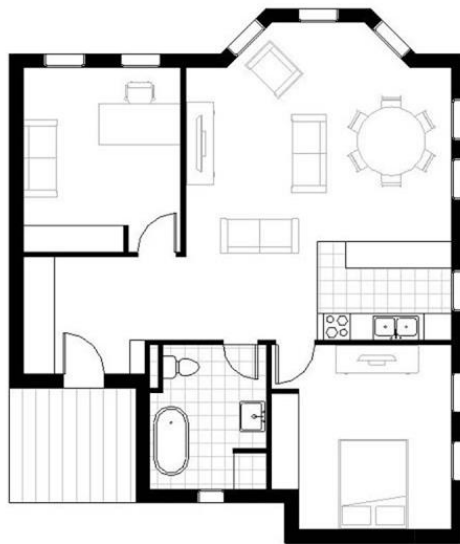
# Formáty používané při návrhu budov

Architekti, stavebníci pracují s:

- 2D CAD formáty (.svg, .dxf, .dwg, .dgn, .ipt, .adsk, .dwf ...)
- 3D formáty (.dwg, .dxf, .vrm, .ifc, .rvt, .rfa, .gsm, .iges, .step ...)

Unity (VR) podporuje:

- .fbx
- .obj
- .dae (Collada)
- .3ds



# Dostupné možnosti

Placená, udržovaná, automatizovaná řešení vs. přístup “doma na koleně”

- BIM datové formáty se vyvíjejí, problém s kompatibilitou
- Používám určité softwary (preferuji, či musím), jsem zvyklý na určitý workflow
- ... a formáty / konverze / exportéry / pluginy s sebou (ne)spolupracují

Př.: PiXYZ converter

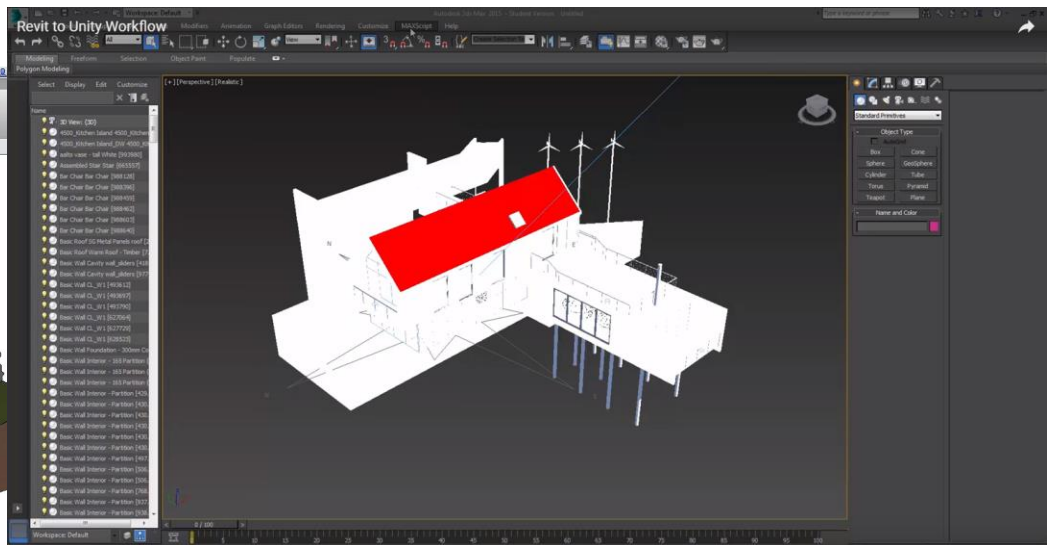
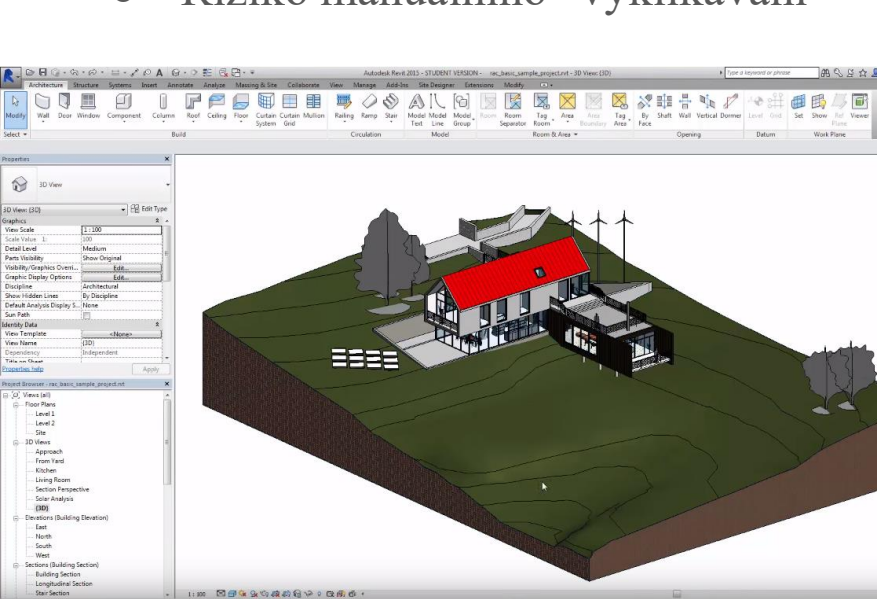




# Dostupné možnosti

Domácí řešení: Blender, 3DsMax, a jejich konverzní skripty (LUA, Python)

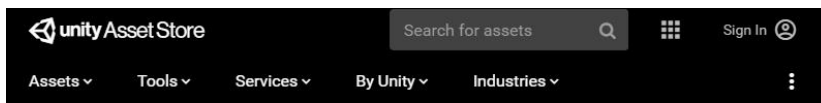
- Zadarmo, ale mnohdy X let neudržovaný kód, výsledek nejistý
- Riziko manuálního “vyklikávání”



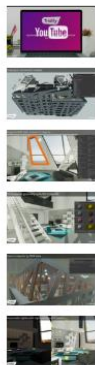
# Dostupné možnosti

Profesionální řešení: Tridify, PiXYZ, Unity Reflect

- Do značné míry automatizované, agregace 3D objektů
- Zpravidla licence (na dobu určitou, pay per conversion)



Home > Tools > Utilities > Tridify BIM Tools



TRIDIFY

Tridify BIM Tools

FREE

★★★★☆  
6 user reviews

Add to My Assets

Nice!

CDCappa on previous version 2.0

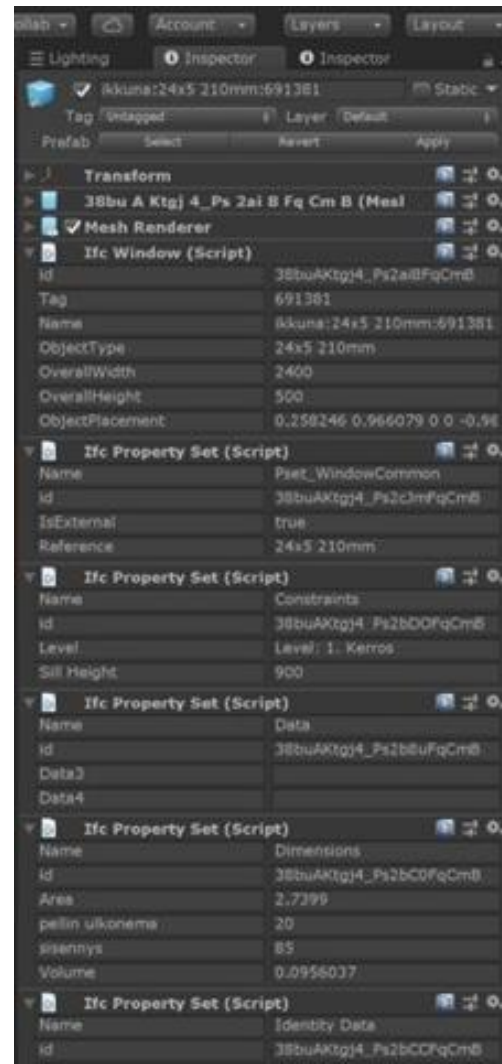
★★★★★

7 months ago

The tool is as useful as it promises and the technical support is very good.

[Read more reviews](#)

Get automated lighting, automated materials, automated colliders & BIM data attached to your 3D BIM & CAD models in Unity!





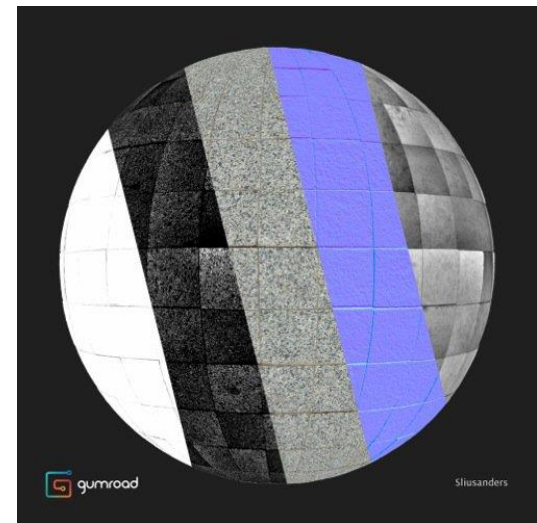
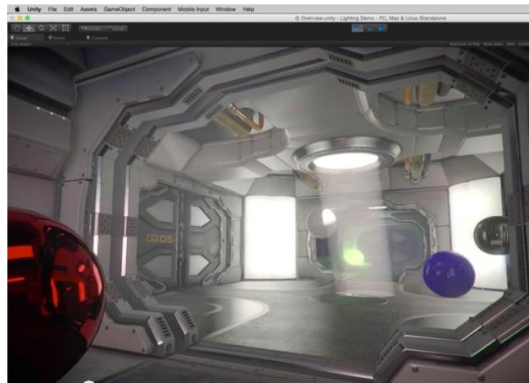
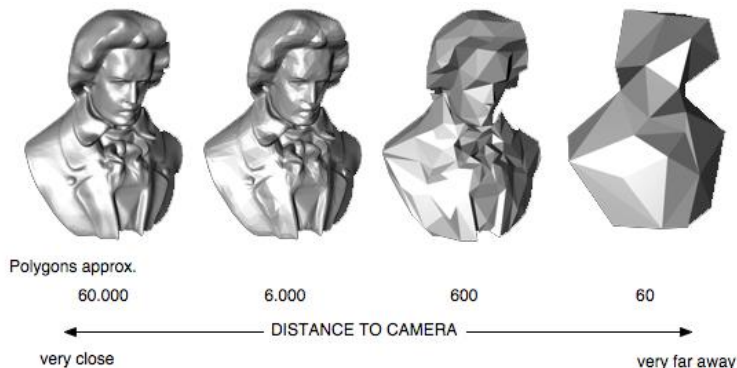
## Tridify: online cloudová konvertovací služba

- odnědvávná placená - počet konverzí + kapacita úložiště (<https://www.tridify.com/pricing/?term=monthly>)
- zpracuje a vhodně předpřipraví aplikované textury pro následné využití (a případné nahrazení) v Unity
- využíváné i skupinou *Chair of Cognitive Science* na ETH Zürich
- Procedura:
  - vytvoření účtu
  - nahrání BIM modelu ve formátu *.ifc*
  - automatická kontrola modelu
  - spuštění konverze
  - nahrání modelu do Unity prostřednictvím předem instalovaného pluginu (nutnost připojení k internetu pro přihlášení do Tridify účtu)

# “Ruční” ladění scény

Tomuto se nelze 100% vyhnout. Jiná logika a využití CAD / realtime 3D řešení, jiné zaměření funkcionality (není plný překryv funkcionalit).

- Věrohodné texturování scény (PBR)
- Optimalizace scény - redukce složité geometrie objektů
- Osvětlení scény - úplně jiná logika
- Interaktivita scény - vlastní skripty





**BIG**

**DATA**

# VR USER LOGGING

Sběr dat o uživateliích

# Možnosti sběru dat

## Chování uživatele

- Použití ovládacího rozhraní (myš, klávesnice, gamepad...)
- Pohyb, rotace, otáčení hlavy ve virtuálním prostředí
- Eye-tracking

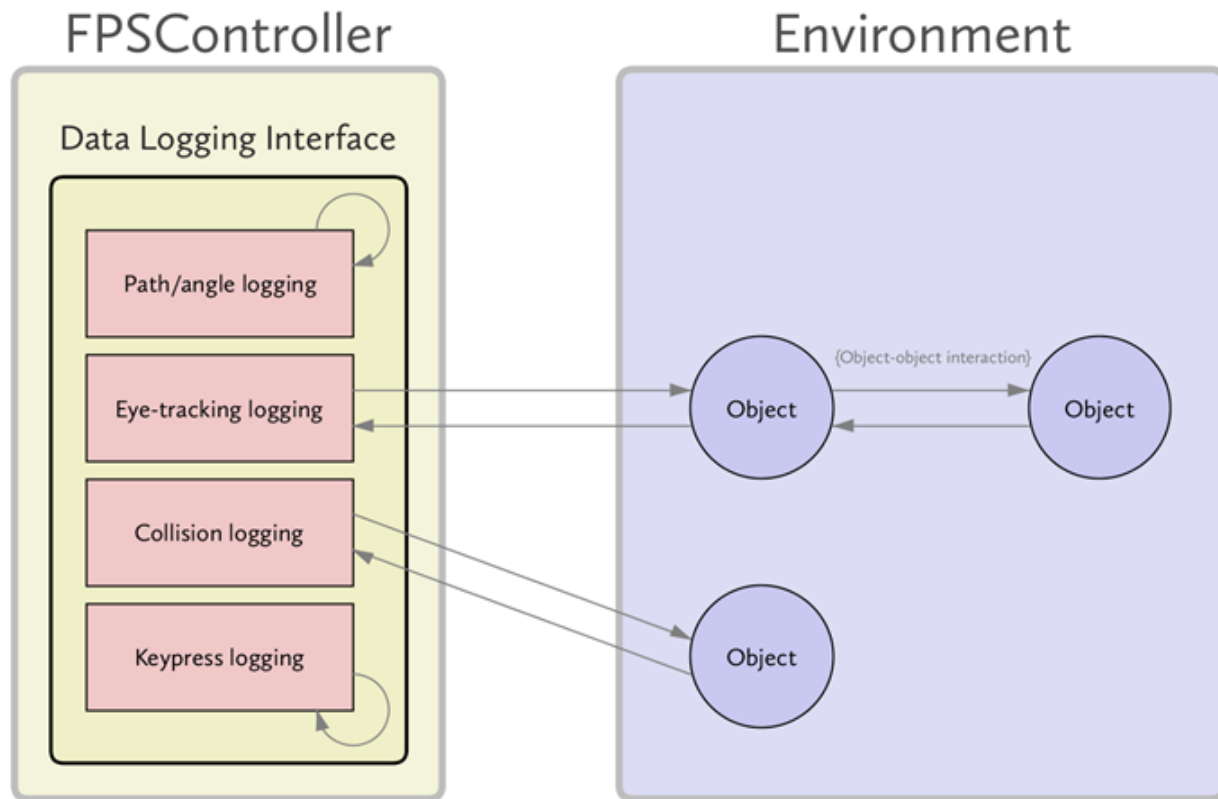
## Interakce, události

- Interakce uživatele s virtuálním okolím
- Chování/události nezávislých entit



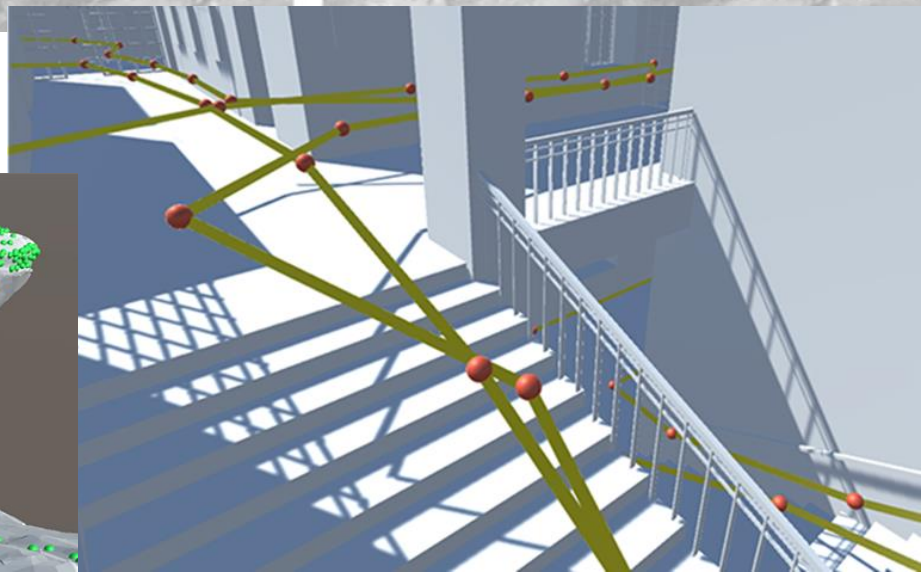
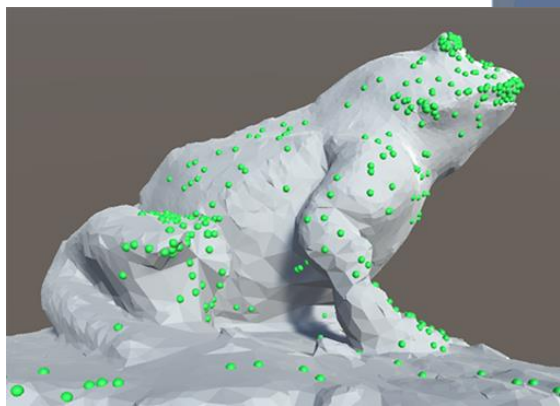
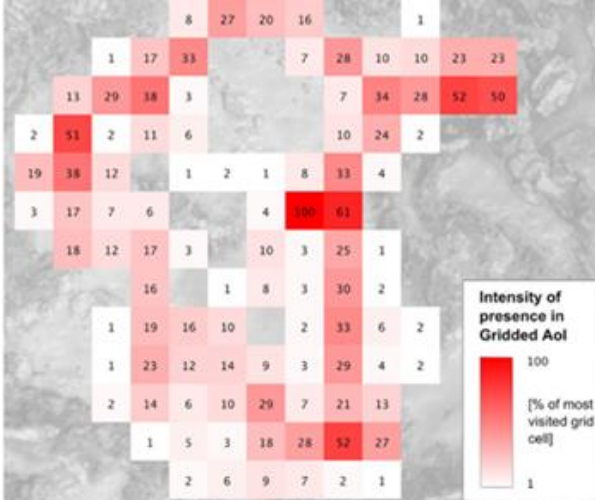
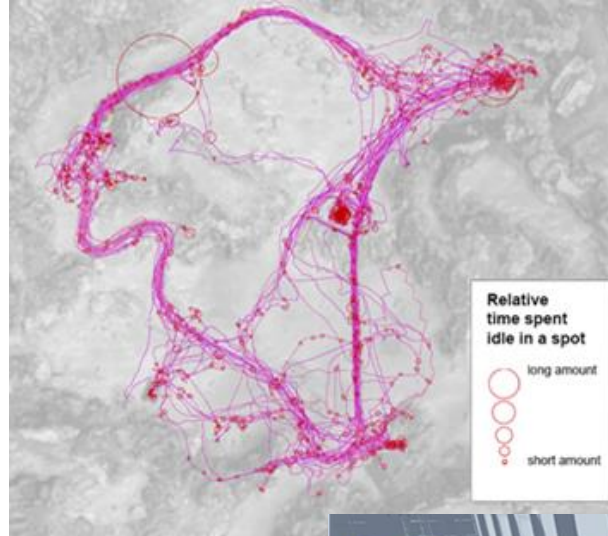
# Možnosti sběru dat

- Co měříme?
- Na jakých objektech to měříme?
- S jakou frekvencí to měříme?
- S jakou přesností to měříme?
- Jaká výstupní data dostáváme, a jak jsme je schopni zpracovat?



# Výsledná data

- explorační čas
- celková vzdálenost
- doba zastavení, počet zastavení
- rychlost explorace
- počet úhozů kláves
- počet očních fixací na objekty, doba jejich prohlížení
- atd?





# Závěr

Evakuace z budov – nabízí se využití simulačních virtuálních modelů pro predikce týkající se reálného chování lidí

- Aktuální řešení stojí na algoritmech umělých nebo hrubě odvozených - třeba zpřesnit
- Reálné chování lidí je v krizových situacích málo zmapováno



# Děkujeme!

 Dajana Snopková, Vojtěch Juřík

 Masarykova Univerzita, Brno



Pathfinder M U N I



5. 12. 2019 Space Syntax Workshop, Brno