

Virtuální humanoid

Modelování a animace
Standard H-Anim

Vladimír Štěpán



Vladimír Štěpán – H-Anim

O čem bude řeč?

První část – přehled

- Člověk ve VR
- Aplikace a oblasti výzkumu
- Model člověka
- Animace
- H-Anim standard

Druhá část – vlastní práce

- Diplomová práce
- EU IST ActIPret
- Diplomky studentů
- Výzkumný problém

Vladimír Štěpán – H-Anim

2/39

Virtuální humanoid

Model člověka v paměti počítače

- Různé aplikace – různé úrovně realismu
- Důraz na vizuální realismus, ne na funkční

Pojem **avatar**

- Projekce uživatele ve víceuživatelské VR
- Nemusí vždy být humanoidního tvaru

Vladimír Štěpán – H-Anim

3/39

Model člověka

Široká oblast modelování:

- **Tělo a pohyby** (časté použití kostlivce – ne deformace)
- **Měkké tkáně** a pohybové deformace
- **Obličej** – blízké předešlému
– Vazba na syntézu řeči (foném / vizém)
- **Doplňky** – vlasy, oblečení
- **Chování** – umělá inteligence, psychologie

Vladimír Štěpán – H-Anim

4/39

Aplikace - film

- Důraz na fotorealistickou dokonalost
- Čas na vytvoření efektu – typicky dlouhá práce i výpočet
- Pohyby - záznam



Často citovaný
příklad: Shrek

Vladimír Štěpán – H-Anim

5/39

Aplikace - hry

- Typická VR – důraz na interaktivitu
- Málo postav – více realismu (a naopak)
- Pohyby opět záznam –
vývoj technik adaptace
na situaci

Příklad: Hitman 3
(Eidos 2004)



Vladimír Štěpán – H-Anim

6/39

Aplikace - hry

Jiný příklad: „Rome: Total War“ (Activision 2004)

- Až 10000 animovaných postav ve scéně
- Triky – realismus roste s měřítkem (LOD)
- Engine pro davové scény (TV seriál o bitvách starověku)



Vladimír Štěpán – H-Anim

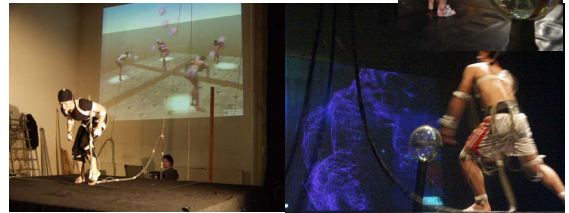
7/39

Aplikace - umění

Centrum pro interaktivní umění a nové technologie (CIANT)

Real-time Motion Capture v tanečních performancích

Možné je kdeco ☺



Vladimír Štěpán – H-Anim

8/39

Aplikace - kulturní dědictví

- Rekonstrukce stavebních a archeologických památek
- Příklad projekt EU IST Lifeplus (VRlab, MIRALab) – oživení historických Pompejí virtuálními postavami (augmented reality)
- Jiné: CAHRISMA, VHCE...

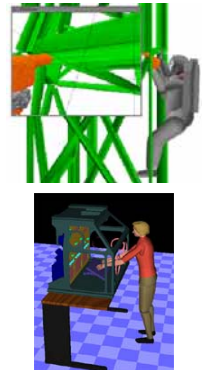


Vladimír Štěpán – H-Anim

9/39

Aplikace - další

- Průmyslový design (JACK, HMS)
- Instruktažní a výcvikové aplikace
 - Švýcarské aerolinky – bezpečnostní instruktáž
 - Krizové situace
- Taktické simulace pro armádu a bezpečnostní složky
- Uživatelské rozhraní



Vladimír Štěpán – H-Anim

10/39

Počítačové vidění

- Počítačová grafika generuje vizuální informaci, vidění ji zpracovává – blízké obory, podobné problémy
- Modelování člověka pro rozpoznávání (rozpoznávání lidí/tváří, detekce a rozpoznávání aktivit)
- Optický motion capture – vývoj:
 - Bez odrazek
 - Monokulární

[G. Loy, M. Eriksson, J. Sullivan, and S. Carlsson. Monocular 3D Reconstruction of Human Motion in Long Action Sequences. ECCV'04]

Vladimír Štěpán – H-Anim

11/39

Struktura modelu

Vrstvy – **kostra** a **kůže** (někdy i víc)

Kostra je **hierarchie transformací** (kloubů)

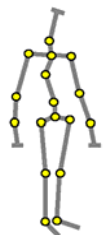
- Transformace v geometrickém smyslu (konkrétně rotace)

- Graf (strom)

- Uzly jsou transformace (klouby)
- Hrany jsou segmenty (kosti)

Kůže – různé implementace

Souvislost s **animační technikou**



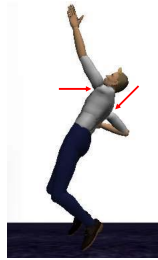
Vladimír Štěpán – H-Anim

12/39

Struktura modelu

Pevné segmenty

- Výpočetně jednoduché
- Artefakty vykloubení



Deformovatelná mřížka

- Složitější
- Méně výrazné artefakty

Vladimír Štěpán – H-Anim

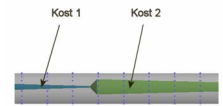
13/39

Modelování povrchu - skinning

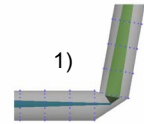
Techniky modelování deformovatelné pokožky

- 1) Přiřazení vrcholu kosti
- 2) Přiřazení vrcholu více kostem \Rightarrow vertex blending

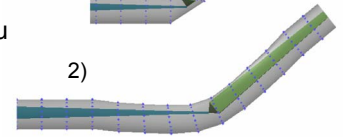
Vážený průměr vlivu kostí na vrchol



1)



2)



[DP Vit Houska, MFF UK, 2005]

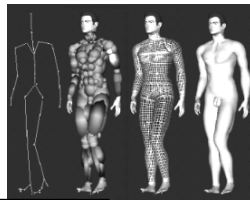
Vladimír Štěpán – H-Anim

14/39

Struktura modelu

Hybridní model (VRLab)

- Vrstva tvořená elipsoidy
- Kůže je spline plocha
- Řídící body se vzorkují z elipsoidů



Profesionální systém - **Maya** (Alias)

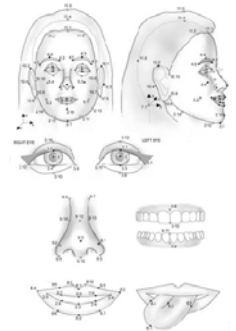
- Klouby, kosti, kůže, vazba kůže na kosti, deformátory, doplňky, animace...
- Filmová kvalita

Vladimír Štěpán – H-Anim

15/39

Modelování obličeje

- Deformovatelná mřížka
FAP – Feature Animation Points (MPEG 4) body rozmístěné po obličeji – animace obličeje jejich přemísťováním
- Parametrizace
- Vektorový prostor



Vladimír Štěpán – H-Anim

16/39

H-Anim

Standardizace virtuálních humanoidů (ISO)

H-Anim definuje:

(www.hanim.org)

- Hierarchii kloubů
- Systém názvosloví
- Doporučené rozměry
- Datové struktury **Joint**, **Segment**, **Site**, **Displacer** a **Humanoid** (+ VRML implementace)
- Atributy těchto objektů

Vladimír Štěpán – H-Anim

17/39

H-Anim: Uzel Joint

- Základní jednotka hierarchie kloubů
- Výskyt v H-Anim souboru – potomek jiného uzlu *Joint*, nebo *Humanoid* (kořen)
- Typická implementace – VRML uzel *Transform*
- Může nést data pomocných omezení pro algoritmy inverzní kinematiky (limity rotace, "stiffness" apod.)

Vladimír Štěpán – H-Anim

18/39

H-Anim: Uzel Segment

- Popis segmentu
- Výskyt v H-Anim souboru – potomek uzlu *Joint*
- Typická implementace – VRML uzel *Group* sdružující definice geometrie (užití LOD)
- Může obsahovat data popisující dynamiku segmentu (*centerOfMass...*)

H-Anim: Uzel Site

- Definice end-effectoru, bodu připojení, nebo viewpointu
- Výskyt v H-Anim souboru – potomek uzlu *Joint*
- Typická implementace – VRML uzel *Transform* (eventIn addChildren...)

H-Anim: Uzel Displacer

- Definice útvarů v rámci segmentu a změny jejich tvarů
- Výskyt v H-Anim souboru – potomek uzlu *Segment*
- Obsahuje seznam indexů příslušných bodů, případně posun těchto bodů

Animace

Základní přístupy – dopředný a inverzní

Mějme:

- **Kinematický řetězec** – cesta v hierarchii kloubů (\mathbf{y} – stavový vektor, rotace kloubu řetězce)
- **Koncový efektor** – bod na konci řetězce (\mathbf{x} – pozice koncového efektoru)

Potom:

- **Dopředná kinematika** – $\mathbf{x} = \mathbf{f}(\mathbf{y})$
- **Inverzní kinematika (IK)** – $\mathbf{y} = \mathbf{f}^{-1}(\mathbf{x})$

Inverzní kinematika

- analytické řešení – pro nízký počet DOF
- numerické iterativní metody – inverze Jakobiánu, transpozice Jakobiánu, cyclic coordinate descent (CCD)

Problém – počet řešení (mnoho)

Potřeba omezit prostor řešení \Rightarrow omezující parametry kloubů

- **limity rotace** (menší stavový prostor)
- **odpor** – *stiffness* (priorita řešení)

Realismus vzniká typicky „laděním parametrů“

Snímání pohybu

Systemy různých technologií

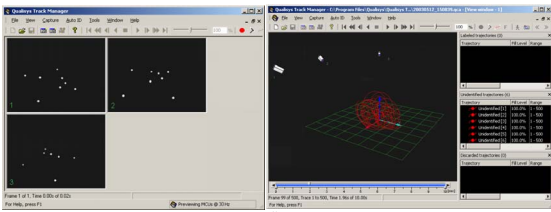
- Mechanické
- Magnetické
- Optické

Formáty dat – není standard

- Textové (BVH, Acclaim)
- Binární (C3D)

Qualisys

- Optický systém – 3 až 8 IR kamer
- Vrstva QTM (Track Manager) – trajektorie (identifikace markerů, nespojitosti)
- Vrstva Visual 3D – další analýza měření (asociace s modelem, biomechanické rozbory)



Vladimír Štěpán – H-Anim

25/39

Část druhá – vlastní práce

- Diplomka „Výuka tenisu ve virtuálním prostředí“
- EU IST ActIPret - VR prezentační modul pro kognitivní systém
- Diplomky studentů – podpora a rozvoj předchozích témat
- Specifikace výzkumného problému

Všechny zmíněné diplomky byly zpracovány studenty Skupiny počítačové grafiky (CGG) katedry výpočetní techniky FEL ČVUT

Vladimír Štěpán – H-Anim

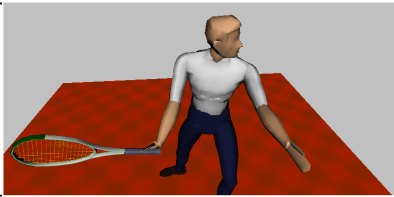
26/39

Diplomka

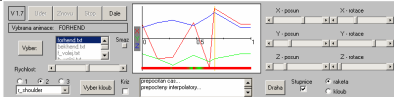
- „Výuka tenisu ve virtuálním prostředí“

Teaching Tennis In Virtual Environment, SCCG 2002

Cíl:
- animace
- základní analýza pohybu



Java (EAI interface)
VRML (Cortona)
H-Anim standard



Vladimír Štěpán – H-Anim

27/39

Diplomka - pokračování

Práce neřešila vstup animačních dat

- **Přímé snímání**
 - Problém drahého a nedostupného HW
 - Využití běžné kamery? Monokulární rekonstrukce?
 - **Generování z množiny** typických příkladů
- Experiment s interpolací animačních dat:
diplomka M. Kraus (2005)

Vladimír Štěpán – H-Anim

28/39

Diplomka - zhodnocení

Monokulární rekonstrukce

- 2D průmět, „skeleton fitting“
- Pomohl by biomechanicky realistický model?

Interpolace animačních dat

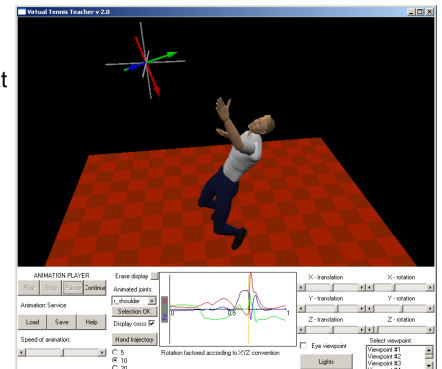
- Výsledný pohyb ne vždy realistický
- Zohlednění přirozených rozsahů pohyblivosti kloubů?

Vladimír Štěpán – H-Anim

29/39

Diplomka aktuálně

Přepsáno pro experimenty se získáváním dat



Vladimír Štěpán – H-Anim

30/39

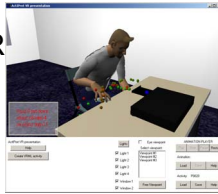
ActIPret

Interpreting and Understanding Activities of Expert Operators for Teaching and Education

- Mezinárodní projekt EU (5 partnerů, 4 země)
- Kognitivní vidění
- Prezentace výsledků ve VR

Describing human activities for VR presentation, VIIP2003

Presenting generalized human activities in virtual environment, SCCG2005

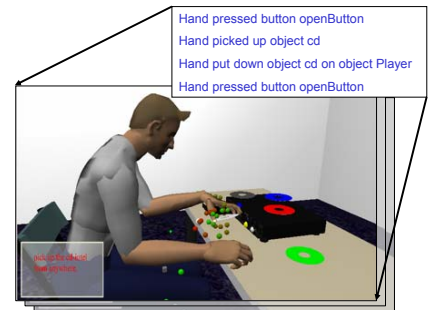


Vladimír Štěpán – H-Anim

31/39

ActIPret - pokračování

- Vysoce abstraktní vstupní data
- Využití techniky IK (trajektorie ruky)



Implementace IK: diplomka B.Franc (2005)

ActIPret - zhodnocení

Vizualizace pro systém pracující s daty nevhodnými pro VR

- Použitelná **trajektorie ruky** ⇒ IK
- Realistický efekt pro použitý scénář byl dosažen laděním parametrů kloubů
- Pro **jiný scénář** by bylo třeba **jinak laděný model**
- Je možné vytvořit **obecný biomechanicky realistický model**?

Vladimír Štěpán – H-Anim

33/39

Virtuální bubeník

Diplomka M.Linda (2005) „Systém pro výuku hry na bicí s využitím inverzní kinematiky“

The Drumset Tutorial System by Means of Inverse Kinematics, CEMVRC2005

- Vytvoření a předvedení sekvence úderů ze záznamu skladby (pro libovolnou sadu bicích)
- Implementace IK stejná jako pro ActIPret (B.Franc)
- Další zkušenosti s aplikací IK při použití omezených vstupních dat

Vladimír Štěpán – H-Anim

34/39

Virtuální bubeník - demo



Vladimír Štěpán – H-Anim

35/39

Společný prvek - kloub

- IK – potřeba výběru vhodného řešení
 - **Interpolace animací** – zhodnocení realismu výsledku
 - **Monokulární rekonstrukce** – chybí informace
- Cesta: **Biomechanicky realistický model kloubu**?

Vladimír Štěpán – H-Anim

36/39

Kloub ve VR

- Bod – střed rotace (obecně 3DOF)
- Nositel transformace podřizovaných částí hierarchie – zdroj pohybu
- Segment mezi klouby nemá vliv na pohyb
- Vlastnosti svalů je třeba vyjádřit parametry kloubu – **limity** a „**stiffness**“
- Standard H-Anim:
 - **limity** - trojice reálných čísel
 - „**stiffness**“ – pole trojic reálných čísel

Problém

Jak interpretovat parametry kloubů k maximálnímu realismu?

- Jsou konstantní?
- Závisí na sobě navzájem?
- Závisí na parametrech okolních kloubů?

- Měřil už někdo pohyblivosti kloubů?

Konec 😊

Děkuji za pozornost

(vladimir_stepan@centrum.cz)

