

Název práce: Inverzní Anatomické Modelování a Simulace Virtuálních Postav

Autor: RNDr. Petr Kadleček

Katedra: Katedra softwaru a výuky informatiky

Vedoucí disertační práce: Mgr. Ladislav Kavan, Ph.D., Katedra softwaru a výuky informatiky

Abstrakt: V této disertační práci se zaměřujeme na mechanický aspekt modelování lidského těla a tváře. Využíváme existující fyzikální model pružnosti a používáme jej jako stavební kámen k vytvoření animovatelné virtuální postavy. Modelujeme různé typy tvrdých a měkkých tkání, aby náš model dokázal stahovat svaly, interagovat s prostředím nebo se realisticky deformovat pod vlivem vnějších sil. V první části práce představujeme metodu k vytvoření personalizovaných anatomických modelů lidského těla připravených pro fyzikálně založenou animaci pouze za použití sady 3D povrchových skenů. Začneme vytvořením šablony anatomického modelu průměrné postavy, která podléhá deformacím způsobeným: 1) subjektivními variacemi: tvary a velikosti kostí, svalů a tukové tkáně 2) pózou kostry. Dále využijeme sadu 3D skenů postavy v různých pózách. Naším hlavním příspěvkem je formulování a řešení rozsáhlého optimalizačního problému, kde optimalizujeme jak parametry specifické pro daný subjekt, tak parametry závislé na pozici tak, aby náš výsledný anatomický model co nejpřesněji vystihoval vstupní data ve formě 3D skenů. Ve srovnání s datově orientovanými technikami modelování těla, které se zaměřují pouze na povrch, má náš přístup výhodu ve vytváření modelů založených na fyzice, které poskytují realistickou 3D geometrii kostí a svalů a přirozeně podporují efekty, jako je setrvačnost, gravitace a kolize podle newtonovské dynamiky. Druhá část práce se zaměřuje na inverzní modelování tváře. Lidský obličej je anatomický systém vykazující heterogenní a anizotropní mechanické chování. To vede ke komplexním deformacím i v neutrálním výrazu obličeje vlivem vnějších sil jako je gravitace. Pro získání dat o deformacích obličeje snímáme a registrujeme 3D skeny obličeje s různými směry gravitace a s různými výrazy obličeje. Ukazujeme dva přístupy k sestavení modelu a to nejprve z anatomické šablony a dále pomocí dat z magnetické rezonance pro přesnější modelování. Náš hlavní přínos spočívá ve formulování a řešení inverzního fyzikálního problému, kde se učíme mechanické vlastnosti tváře a spojujeme výrazy pomocí nových modelů aktivace svalů, přičemž bereme v úvahu kolize. Náš model animuje obličejové deformace přesněji než nedávné související techniky založené na fyzice.

Klíčová slova: počítačová animace, fyzikální simulace, anatomické modelování, numerická optimalizace