

SKELET QURILISHI, VAZN TAQSIMOTI VA JIHOZLARI

Kucharova ShaxloSobir qizi

Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti magistranti

Rahbar: Beknazarova Saida Safibullayevna

tel: +998936897632, e-mail: [shaxloxonsobirovna06@gmail.com](mailto:shaxloxonsobirovna06@gmail.com)

**Annotasiya:** 3D video o'yinlar va animatsion filmlar rivojlanishining asosiy bosqichlaridan biri uch o'lchovli modellarning haqiqiy animatsiyasidir. Uch o'lchovli model odatda ko'pburchakli uch o'lchovli sirt bo'lib, uning animatsiyasi yakuniy bosqichda ushbu sirtni tashkil etuvchi cho'qqilarning o'zgarishiga (harakatiga) qisqartiriladi. Eng keng tarqalgani skelet animatsiyasi usullaridir.

Ushbu maqolada an'anaviy shaklda skelet animatsiyasi asoslari va uni amaliy qo'llashda yuzaga keladigan kamchiliklar tasvirlangan. Bundan tashqari, ishning tahlili skelet animatsiyasi tamoyillarini ishlab chiqish, shu jumladan, ushbu kamchiliklarni bartaraf etish.

**Kalit so'zlar:** morfing, skelet animatsiyasi, vaznsiz skelet animatsiyasi, vaznli skelet animatsiyasi.

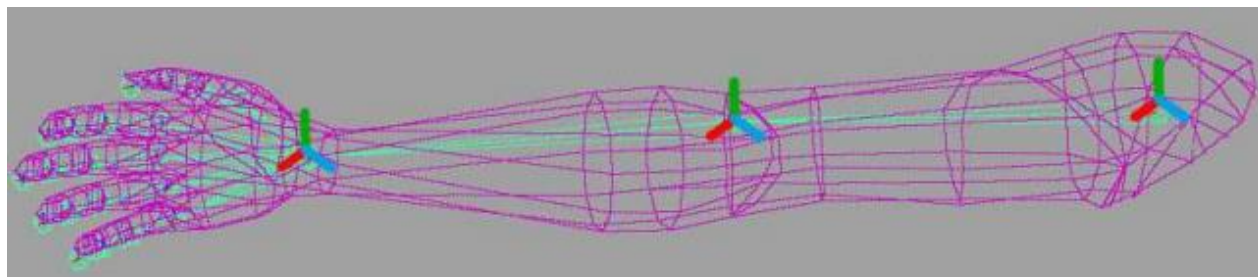
Ushbu maqolada model uch o'lchamli ko'pburchak to'r sifatida (ko'pburchak to'r) yoki qirralar va yuzlar to'plami bo'lgan qobiq hisoblanadi. Shakl interpolyatsiyasi va shaklni aralashtirish deb ham ataladigan morfing algoritmi, asosiy animatsiya usullaridan biri bo'lib, yuz animatsiyasi kabi sohalarda skelet animatsiya usullari bilan raqobatlashadi. Morfing asosiy shakllarni yaratishni o'z ichiga oladi modellar, ularning har biri uchun ko'pburchak to'rning barcha uchlari holati rejimda ko'rsatilgan haykaltaroshlik qoliplaridan foydalaniladi. Morflashni qo'llashning muhim sharti topologiyaning mos kelishidir.

Morfing tushunchasi Bergeron asarida tasvirlangan[1]. Shakl interpolyatsiyasi yuz animatsiyasi uchun ham, umuman xarakter harakatlarining animatsiyasi uchun ham ishlatilgan. Bugungi kunda morfing yuz animatsiyasi uchun mashhur vosita bo'lib, butun modelning deformatsiyalarini to'liq nazorat qiladi, lekin real deformatsiyalarni sintez qilish uchun ko'p sonli asosiy shakllarni yaratishni talab qiladi, bu esa animator nuqtai nazaridan juda ko'p mehnat talab qiladi. Bundan tashqari, morfing animatsion modelni almashtirishga sezgir: quvnoq ishni o'tkazish Amalda interpolyatsiyaning chiziqliligi ishni soddalashtiradi animator, chunki har uch-beshta animatsiya ramkasida kalit shakllarni o'rnatish kerak bo'ladi [2], ko'rish uchun yoqimli natijaga erishish uchun.

*Skelet animatsiyasi haqida tushuncha.* Skelet animatsiya usullari skeletdan foydalanishga asoslangan, ya'ni odatda suyaklarning ierarxik tuzilishi. Strukturaning har bir tugunida o'zining mahalliy koordinata tizimi (1-rasmga qarang) va uch o'lchovli transformatsiya mavjud. 3D transformatsiyasini 4x4 matritsa bilan tavsiflash mumkin, uning turli komponentlari mos ravishda aylantirish, tarjima va masshtablash operatsiyalariga mos keladi. Har bir suyak skelet ierarxiyasida o'z o'rnini egallaydi va boshqa suyaklar



tomonidan ta'sirlanadi: har bir bola suyagi trans60 ni meros qilib oladi. ota-ona suyak shakllanishi. Modelning asosiy shakliga mos keladigan skelet tugunlarining joylashishi bog'lovchi poza deb ataladi.

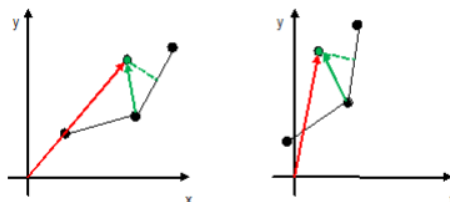


*1-rasm. Ko'pburchak qo'l modeli*

Modelning har bir cho'qqisi, qirrasini skeletning ma'lum bir suyagi bilan bog'liq. Bu jarayon bog'lovchi deyiladi. Verteksnings bog'lanishi eng yaqin suyakka avtomatik ravishda amalga oshirilishi mumkin yoki u yanada nozik tarzda amalga oshirilishi mumkin - ulanishlarni qo'lda o'rnatish orqali. Shunday qilib, alohida suyakning holatini o'zgartirganda, u bilan bog'liq cho'qqilarning holati o'zgaradi.

*Segment animatsiyasi.* Belgilar modelining uch o'lchovli grafikadagi tasvirlaridan biri deformatsiyalanmaydigan sirtlar bo'lgan segmentlar ierarxiyasidir [6]; bu hamma narsani anglatadi segment uchlari animatsiya paytida xuddi shu tarzda o'zgartiriladi. Segment ierarxiyasi shunday edi keyingi usullarda skelet ierarxiyasi uchun preimage. Segmentli modellarni jonlantirish uchun har bir segment uchun segment cho'qqilari, markazning joylashuvi haqidagi ma'lumotlarni saqlash kifoya segment va transformatsiya matritsasi. Oddiyligi tufayli bu usul erta davrda faol qo'llanilgan video O'yinlar. Usulning asosiy kamchiligi shundaki, uning ish natijalari ko'rinmaydi realistik. Bunga, boshqa narsalar qatori, animatsiya paytida ierarxiyaning deformatsiyalanmaydigan jismlarining bo'g'inlaridagi muqarrar bo'shliqlar sabab bo'ladi.

*Vaznsiz skelet animatsiyasi.* Bir suyakka cho'qqi bilan bog'langan animatsiya algoritmi (tikuv, qattiq teri, asosiy skelet animatsiyasi) bitta belgi bilan ifodalangan belgilar modelidan foydalanad [7]. Qobiq, alohida segmentlar ierarxiyasi emas. Ushbu usul tikuv deb ataladi, chunki butun sirt yoki segment suyakka birlashtirilgan emas, balki har biri cho'qqilari.



*2-rasm. Vertex pozitsiyasining o'zgarishligi bo'g'in bilan bog'liq koordinatalar tizimi*





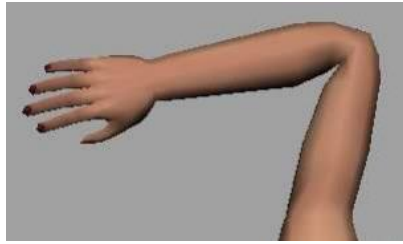
*3-rasm. Vaznsiz skelet animatsiyasi. Ko'pburchak to'rning skeletga qattiq bog'lanishi.*

*Vaznli skelet animatsiyasi.* Linear blend skinning (LBS). Terining algoritmlarini ishlab chiqishning keyingi bosqichi og'irliklar bilan skelet animatsiyasidir. Birinchi marta bu tushuncha qo'l harakatini ko'rib chiqadigan asarlarda taqdim etilgan [8, 9]. Ushbu algoritim bir nechta nomlar bilan tanilgan: chiziqli aralash terish (LBS), vertex aralashtirish, silliq teri, konvertatsiya, matritsa palitrasi terisi, SubspaceSkeletal Deformations (SSD) (biz ushbu yondashuvni belgilash uchun LBS qisqartmasidan foydalanamiz). Algoritim juda erta keng qo'llanila boshlaganiga qaramay, asosiysi algoritim tamoyillari adabiyotda faqat 1990-yillarning oxirida taqdim etilgan [10, 11]. LBS bitta emas, balki bir nechta suyaklarning cho'qqiga ta'sir qilishiga imkon beradi. Har bir suyak uchun o'z vazni, ya'ni bu suyakning cho'qqi harakatiga ta'sir qilish darajasi aniqlanadi. Ko'proq ma'lum bir suyakning og'irligi qanchalik kuchli bo'lsa, uning ta'siri ostida cho'qqi shunchalik kuchli siljiydi. Og'irlik koeffitsientlarini o'rnatish va sozlash amalda ushbu algoritimning mashaqqatli tomonidir, shuning uchun chunki u xarakterning barcha harakatlari doirasini qamrab olishni va turli bo'g'inlarning og'irliklari orasidagi o'zaro bog'liqlikni hisobga olishni talab qiladi [12]. Shuni ta'kidlash kerakki, LBS o'rnatilgan terini tozalash texnologiyasi bo'lib qolmoqda. LBS-ga bo'lgan talab vizual effektlar, animatsion filmlar va video o'yinlar ishlab chiqarish bo'yicha mutaxassislar tomonidan qayd etilgan [12].

LBS afzalliklari: Skelet topologiyasiga o'xshash boshqa modellarga animatsiyani ko'chirish imkoniyati, hisoblashning soddaligi va yuqori hisoblash samaradorligi, algoritimni apparatli amalga oshirishning soddaligi [13].

LBS ning kamchiliklari: Realizmning yo'qligi, mushaklar simulyatsiyasi, terining deformatsiyasi, model uchun skelet ierarxiyasini o'ylab ko'rish va yaratish zarurati, vaznsizliklarni sozlashning murakkabligi.

Tirsak sohasidagi bukish paytida LBS ning odatiy buzilishlari odatda collapsing elbow deyiladi (4-rasm):



4-rasm. Tirsakni tekislash (LBS).

*Xulosa.* Skeletal animatsiyaning an'anaviy usullari LBS amaliyotda keng qo'llaniladigan asosiy va ko'p qirrali usuldir. Uning o'ziga xos kamchiliklari - artefaktlar bo'lishi mumkin qisman skeletning asoratlari bilan qoplanadi, ammo bu jiddiylikka olib keladi amaliy qo'llashda qiyinchiliklar, shu jumladan suyak og'irliklarini belgilashda. haqiqiy va juda samarali alternativ - bu vazifani muvaffaqiyatli birlashtirgan PSD texnologiyasi an'anaviy LBS va aralashtirish yordamida model animatsiyasi; bu usul keng qo'llaniladi mavjud, lekin ayni paytda juda ko'p mehnat talab qiladi. Adabiyotda taklif qilingan usullarning kamchiliklari bor, ular orasida quyidagilarni ta'kidlash lozim. Birinchidan, bu usullar, birinchi navbatda, suyaklarning aylanishi paytida yuzaga keladigan artefaktlarni yo'q qilishga qaratilgan, PSD esa, masalan, mushaklarning yengilligidagi o'zgarishlarni hisobga olishga imkon beradi. Bundan tashqari, adabiyotda taklif qilingan ba'zi fikrlar, masalan, turli transformatsiyalar uchun og'irliklarni ajratish amalda qo'llash qiyin.

#### ADABIYOTLAR:

1. Bergeron, P. Controlling facial expressions and body movements in the computer-generated animated short 'Tony De Peltrie' / P. Bergeron, P. Lachapelle // SIGGRAPH '85: ACM SIGGRAPH Tutorial Notes.— New York, NY, USA: ACM, 1985.
2. Lewis, J. P. Pose space deformation: a unified approach to shape interpolation and skeleton driven deformation / J. P. Lewis, M. Cordner, N. Fong // Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques.— SIGGRAPH '00.—New York, NY, USA: ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 2000.— Pp. 165–172.
3. Catmull, E. E. A system for computer generated movies / E. E. Catmull // Proc. ACM Annual Conf.— 1972.—August.— Pp. 422–431.
4. Catmull, E. The problems of computer-assisted animation / E. Catmull // Proceedings of the 5th annual conference on Computer graphics and interactive techniques.— SIGGRAPH '78.— New York, NY, USA: ACM, 1978.— Pp. 348–353.
5. Burtnyk, N. Interactive skeleton techniques for enhancing motion dynamics in key frame animation / N. Burtnyk, M. Wein // Communications of the ACM.— 1976.— October.— Vol. 19.— Pp. 564– 569.
6. Lander, J. On Creating Cool Real-Time 3D.— <http://www.gamasutra.com>.— 1997.—October.



7. Woodland, R. Filling the Gaps — Advanced Animation Using Stitching and Skinning / R. Woodland // Best of Game Programming Gems / Ed. by M. DeLoura.— Boston, MA, USA: Course Technology, Cengage Learning, 2008.— 549 pp.

8. Magnenat-Thalmann, N. Joint-dependent local deformations for hand animation and object grasping / N. Magnenat-Thalmann, R. Laperrère, D. Thalmann // Proceedings on Graphics interface '88.— Toronto, Ont., Canada, Canada: Canadian Information Processing Society, 1988.— Pp. 26–33.

9. Magnenat-Thalmann, N. Making them move / N. Magnenat-Thalmann, D. Thalmann / Ed. by N. I. Badler, B. A. Barsky, D. Zeltzer.— San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1991.— Pp. 243–262.

10. Lander, J. Skin them bones: Game programming for the web generation / J. Lander // Game Developer Magazine.— 1998.— May.— Pp. 11–16.

11. Lander, J. Over my dead, polygonal body / J. Lander // Game Developer Magazine.— 1999.— October.— Pp. 17–22.

12. Освоение Maya 8.5 / Д. Кундерт-Гиббс, М. Ларкинс, Д. Деракшани, Э. Кунзендорф.— Москва: ООО И.Д. Вильямс., 2007.— 928 с.

13. Weber, J. Run-time skin deformation / J. Weber // Proceedings of Game Developers Conference.— 2000.

