

Studi tentang Penangkap Gerakan (*Motion Capture*) Manusia

Bheta Agus Wardijono
STMIK Jakarta STI&K, Jalan BRI Radio Dalam, Jakarta Selatan
bheta@jak-stik.ac.id

ABSTRAK

Motion capture merupakan proses perekaman gerakan nyata dalam kehidupan darisubjek sebagai urutan-urutan koordinat Cartesian dalam ruang 3D. Perekam gerakan optis (*Optical Motion Capture*) menggunakan kamera untuk merekonstruksi postur tubuh pelaku. Salah satu pendekatan dengan menggunakan satu set kamera disinkronisasi untuk menangkap beberapa tanda yang ditempatkan di lokasi strategis pada tubuh. Sistem magnetik menggunakan sensor elektromagnetik sedangkan sistem mekanik menggunakan sensor mekanik untuk mendapatkan data gerakan. Sistem markerless, didasarkan pada visual hull dan kondisi sebenarnya dari subyek. Sebuah sistem *motion capture* memiliki aplikasi-aplikasi antara lain dalam komputer grafis untuk animasi karakter, dalam virtual reality untuk antamuka kontrol manusia, dan video game untuk simulasi realistis gerakan manusia. Dalam tulisan ini dibahas tentang teori, implementasi dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan terkait dengan *optical motion capture*.

Kata Kunci: *Motion capture*, grafik, komputer, video, game, animasi

1. Pendahuluan

Secara umum, sistem penangkap gerakan (*motion capture system*) dapat dibagi dalam magnetik, mekanik, dan optik. Ketiga sistem penangkap gerakan ini menggunakan konsep yang berbeda satu sama lain dalam cara penangkapan gerakan untuk direpresentasikan menjadi data gerakan (*motion data*).

Sistem magnetik menggunakan sensor elektromagnetik yang dihubungkan kepada sebuah komputer dimana dapat memproduksi data 3 dimensi secara *real time*, dengan ongkos proses yang relatif murah. Namun demikian, sistem penangkap gerakan dengan magnetik ini memiliki hambatan karena adanya kabel-kabel, sehingga akan menghambat gerakan. Sistem penangkap gerakan mekanik menggunakan baju khusus yang diintegrasikan dengan sensor-sensor mekanik yang mencatat artikulasi gerak secara

real time. Sistem optik berdasarkan pada metode fotogrametri. Sistem optik memberikan akurasi yang tinggi lengkap dengan kebebasan bergerak, dan kemungkinan untuk adanya interaksi antara aktor yang berbeda dan memiliki biaya komputasi yang tinggi. Selain itu telah dikembangkan pula sistem penangkap gerakan yang tidak menggunakan marker (*markerless*) [1]. Sistem ini menggunakan metode visual hull (lambung visual) dan suatu model yang sebenarnya dari subyek.

2. Metode Penelitian

Dalam melakukan studi ini, dilakukan dengan pencarian literatur yang berkaitan dengan studi terdahulu di bidang *motion capture*. Dari studi-studi terdahulu tersebut kemudian juga dicari penelitian-penelitian yang telah dilakukan, serta dicari topik-topik yang berkaitan untuk pemanfaatan teknologi penangkap gerakan ini.

3. Pembahasan

3.1 Motion Capture Optik

Optical Motion Capture (penangkap gerakan secara optik) adalah bidang penting dalam komputer vision, dan banyak digunakan dalam komputer grafis serta diteliti dalam banyak penelitian. Pentingnya *Optical Motion Capture* sebagian besar disebabkan oleh masalah-masalah yang relevan yang terlibat dalam proses dan untuk berbagai aplikasi untuk data gerak nyata. Gerakan realistis (nyata) diperlukan untuk melakukan sintesis dan analisis gerakan manusia. Sintesis gerak terdiri dari simulasi, kontrol, atau membuat gerakan objek/subjek yang baru. Dalam sintesis, data gerakan yang sudah direkam (capture) meningkatkan kepercayaan rendering manusia dan membawa kepribadian pada karakter animasi yang dihasilkan. Dalam analisis gerakan, yang informasi yang ditangkap ini digunakan untuk mengevaluasi beberapa aspek dari sistem rangka-otot (*musculo-skeletal*). sebuah *optical motion capture* adalah cara yang tepat untuk mengekstraksi informasi rinci dari subjek dalam rangka untuk melacak pergerakannya.

Optical Motion Capture selanjutnya diklasifikasikan sesuai dengan jumlah tampilan (*monocular* atau *multi-view*) dan penggunaan penanda (*marker-based* atau *markerless*).

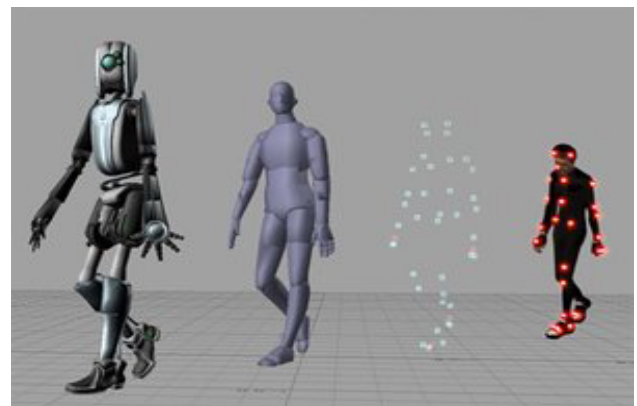
Sistem *monocular* menggunakan gambar yang diperoleh oleh kamera tunggal, sedangkan *multi-view* sistem menggunakan gambar yang diperoleh secara simultan dan serentak oleh dua atau lebih kamera. Teknik *monocular* harus berurusan dengan ambiguitas dalam rekonstruksi pose 3D disebabkan oleh ambiguitas reflektif [2] dan singularitas kinematik [3]. Sebuah sistem berbasis *marker* akan mengukur lintasan dari titik sasaran (penanda) pada tubuh, sementara sistem *markerless* menghitung gerak parameter dari siluet yang diekstraksi atau fitur lainnya (misalnya tepi-tepi).

Optical Motion Capture (OMC) menggunakan kamera untuk merekonstruksi postur tubuh pelaku. Salah satu pendekatan

mempekerjakan satu set kamera untuk menangkap beberapa disinkronkan spidol ditempatkan di lokasi strategis pada tubuh. Sebuah sistem menangkap gerakan memiliki aplikasi dalam komputer grafis untuk animasi karakter, dalam realitas virtual untuk manusia kontrol antarmuka, dan dalam permainan video untuk simulasi realistis dari manusia gerak.

Terdapat dua jenis *optical motion capture*, yaitu *passive marker* dan *active marker*.

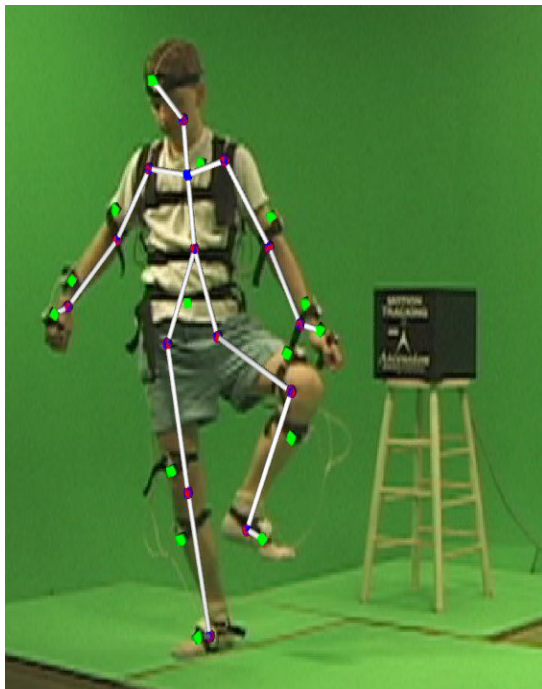
1. *Motion capture with passive markers*. Sistem *motion capture* dengan *passive marker* menggunakan *marker-marker* yang dilingkupi dengan bahan *retroreflektive* untuk memantulkan cahaya yang dihasilkan disamping lensa kamera. Ambang (*Threshold*) dari kamera dapat disesuaikan sehingga hanya *marker-marker* yang memantul terang saja yang dapat diambil dengan mengabaikan kulit dan kain.
2. *Motion capture with active markers*. Sistem *motion capture* dengan *active marker* menggunakan *LED*. Dengan berbantuan perangkat lunak yang digunakan untuk mengidentifikasi posisi-posisi relatifnya. Contoh dari penggunaan *marker aktif* adalah terlihat seperti pada gambar 1. berikut ini.



Gambar 1. Sebuah *active marker* resolusi tinggi (3.600x3.600) pada frekuensi 480 hertz [4]

3.2 Motion Capture Magnetik

Sistem magnetik menggunakan sensor elektromagnetik terhubung ke komputer yang dapat menghasilkan 3D data secara real-time dengan biaya pengolahan rendah. Sistem magnetic motion capture data ini digunakan untuk mendapatkan informasi tentang joint parameters dari *articulated hierarchy*. Teknik ini memungkinkan untuk menentukan panjang tungkai/lengan, lokasi-lokasi penghubung (*joint locations*) dan penempatan sejumlah sensor untuk manusia tanpa pengukuran eksternal. Gambar 2. berikut memperlihatkan suatu motion capture magnetik.



Gambar 2. Sistem motion capture magnetik [5]

3.3 Motion Capture Mekanik

Sistem mekanis menggunakan pakaian khusus dengan mekanik terintegrasi sensor yang mendaftarkan gerak artikulasi secara real-time dan dengan tidak diperlukan pengolahan. Sistem tersebut terdapat potensiometer untuk mengukur rotasi sendi dan diketahui panjang dan penghubung (*links*) yang kaku (*rigid*). Gerakan manusia akan terekam dalam sistem

mekanik yang dirancang menyelimuti seluruh tubuh.

Gambar 3 memperlihatkan sistem motion capture mekanik tersebut.



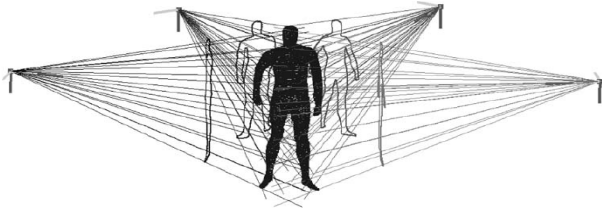
Gambar 3. Motion Capture Mekanik [6]

Motion Capture Markerless

Teknik emerging dan penelitian dalam visi komputer (*computer vision*) mengarah ke perkembangan yang cepat dari pendekatan markerless untuk menangkap gerakan. Sistem Markerless seperti yang dikembangkan di Stanford, University of Maryland, MIT, dan Max Planck, tidak memerlukan subyek untuk memakai peralatan khusus untuk pelacakan gerakan. Algoritma komputer khusus dirancang untuk memungkinkan sistem dalam menganalisis beberapa aliran masukan optik dan mengidentifikasi bentuk-bentuk manusia, memecahkannya menjadi bagian-bagian untuk pelacakan (tracking)..

Metodenya berdasarkan pada hull visual reconstruction dan suatu peniruan subyek yang sebenarnya. Sebuah proses simulasi telah dikembangkan untuk mencocokkan suatu model menjadi visual hull. Kemampuan pelacakan dan validasi kuantitatif metode ini dievaluasi dalam lingkungan virtual untuk suatu siklus berjalan yang lengkap. Suatu rekonstruksi visual hull, dimana siluet subjek diproyeksikan dari berbagai kamera yang berbeda dalam suatu ruang.

Perpotongannya akan menghasilkan visual hull, lokal cembung (locally convex) melalui perkiraan volume yang ditempati oleh subyek tubuh tersebut [7].



Gambar 4. Konsep rekonstruksi visual hull [7]

4. Penelitian-Penelitian Motion Capture

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan dari peneliti sebelumnya tentang motion capture meliputi pengembangan pada sejumlah topik, antara lain: *performance capture*, menangkap gerakan (*motion capture*), data gerakan, menangkap data gerakan, data karakter animasi, tubuh manusia, dan animasi dari *motion capture*.

Dari topik penelitian yang telah dilakukan peneliti terdahulu, motion capture juga dimanfaatkan untuk keperluan efek-efek spesial, antara lain: *capturing face motion with wrinkles*, *capturing cloth motion*, *capturing whole body skin deformation*. Gambar berikut memperlihatkan contoh penelitian tentang menangkap geometri wajah

Gambar 5. Capture of Facial Geometry



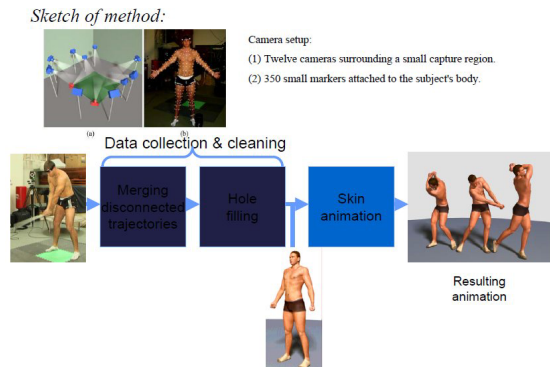
Berikut ini adalah tabel dari penelitian berdasarkan pada topik penelitian yang berkaitan dengan motion capture.

Tabel 1. Penelitian Motion Capture dengan Topik Penelitian [9]

Tahun	Topik	Penelitian
2007	Performance Capture	(1) Multi-Scale Capture of Facial Geometry and Motion, Bickel et al (2) Capturing and Animating Occluded Cloth, White et al (3) Practical Motion Capture in Everyday Surroundings, Vlasic et al (4) Prakash: Lighting-Aware Motion Capture Using Photosensing Markers and Multiplexed Illumination, Raskar et al
2006	Motion Capture	(1) Interaction Capture and Synthesis, Kry et al (2) Capturing and Animating Skin Deformation in Human Motion, Park et al (3) Compression of Motion Capture Databases, Arikan (4) Motion Patches: Building Blocks for Virtual Environments Annotaed With Motion Data, Lee et al
2005	Motion Capture Data: Interaction and Selection	(1) Action Synopsis: Pose Selection and Illustration, Assa et al (2) Efficient Content-Based Retrieval of Motion Capture Data, Mueller et al (3) Performance Animation From Low-dimensional Control Signals, Chai et al (4) Dynamic Response for Motion Capture Animation, Zordan et al
2004	Data-Driven Character Animation	(1) Speaking With Hands: Creating Animated Conversational Characters From Recordings of Human Performance, Stone et al (2) Synthesizing Physically Realistic Human Motion in Low-Dimensional, Behavior-Specific Spaces, Safonova et al (3) Style-Based Inverse Kinematics, Grochow et al (4) Synthesizing Animations of Human Manipulation Tasks, Yamane et al

Contoh penelitian yang digunakan untuk topik *motion capturing* adalah *Capturing Animation Skin Deformation in Human Motion*, dari Sang Il Park dan Jessica

K Hodgins. Penelitian ini memiliki motivasi bagaimana menangkap deformasi otot dan kulit untuk kasus-kasus aktifitas yang dinamis, seperti membengkokkan, menggoncangkan, dan meregangkan. Konsep penelitian ini tergambar dalam gambar berikut ini.



Gambar 6. Metode menangkap dan Animasi Deformasi Kulit [8]

Untuk penelitian jenis penangkap gerakan yang tidak menggunakan marker (*markerless*), topik penelitiannya antara lain: back projection, visual hull, machine learning method dan organic motion. Tabel berikut memperlihatkan topik penelitian dari *markerless motion capture*.

Tabel 2. Topik penelitian pada *markerless motion capture* [9]

Tahun	Topik	Penelitian
2003	Back-projection	Free-Viewpoint Video of Human Actors, Caranza et al
2005	VisualHull	Markerless tracking of complex human motions from multiple views, Kehl et al
2006	Machine learning method	Learning Silhouette Features for Control of Human Motion, Ren et al

5. Simpulan

Telah diuraikan sistem *motion capture* untuk menangkap gerakan manusia melalui sejumlah

metode (optik, mekanik, magnetik dan markerless). Konsep dari masing-masing sistem serta topik penelitian terdahulu tentang *motion capture* telah juga diuraikan.

Simpulan dari jenis penangkap gerakan antara lain:

- Penangkap gerak berbasis penanda optik, penanganan oklusi penanda merupakan masalah yang menantang untuk sepenuhnya-otomatis dalam menangkap gerakan.
- Penangkap gerakan *markerless* berbasis optik, sulit untuk merekonstruksi pose saat bagian tubuh yang dekat satu sama lain (seperti lengan menyentuh batang tubuh). Pada keadaan itu, pelacakan gerakan mungkin tidak berhasil dengan baik.
- Topik penelitian di bidang *motion capture* meliputi *performance capture*, menangkap gerakan (*motion capture*), data gerakan, menangkap data gerakan, data karakter animasi, tubuh manusia, dan animasi dari *motion capture*.
- Penangkap gerakan dapat dimanfaatkan untuk penelitian di bidang efek spesial, seperti untuk gerakan wajah, gerakan baju, gerakan kulit tubuh.

Daftar Pustaka

1. S. CORAZZA, *A Markerless Motion Capture System to Study Musculoskeletal Biomechanics: Visual Hull and Simulated Annealing Approach*, Annals of Biomedical Engineering, Vol. 34, No. 6, June 2006.
2. Mundermann, A. Chaudhari, and T. P. Andriacchi., *Conditions that influence*

the accuracy of anthropometric parameter estimation for human body segments using shape-from-silhouette. SPIE-IS&T Electron. Imag. 5665:268–277, 2005.

3. Leardini, A., L. Chiari, U. Della Croce, and A. Cappozzo, *Human movement analysis using stereophotogrammetry Part 3: Soft tissue artifact assessment and compensation.* Gait&Posture 21:212–225, 2004.
4. http://www.comedyvideoscentral.com/Performance_capture.html
5. James F. O'Brien, Robert E. Bodenheimer, Gabriel J. Brostow, and Jessica K. Hodgins. "Automatic Joint Parameter Estimation from Magnetic Motion Capture Data". In Proceedings of Graphics Interface 2000, pages 53–60, May 2000.
6. http://www.inition.com.au/inition/guide.php?SubCatID_=20
7. S. Corazza, L. Mündermann, A. M. Chaudhari, T. Demattio, C. Cobelli and T. P. Andriacchi. "A Markerless Motion Capture System to Study Musculoskeletal Biomechanics: Visual Hull and Simulated Annealing Approach". Annals of Biomedical Engineering, Vol. 34, No. 6. pp. 1019-1029, June 2006.
8. Sang Il Park and Jessica K. Hodgins. Capturing and Animating Skin Deformation in Human Motion. *ACM Transaction on Graphics (SIGGRAPH 2006)*,25(3),pp 881-889,July 2006.
9. <http://www.cse.ohiostate.edu/~parent/classes/888/Character/MotionCapture.pdf>