**BAB 2**

**TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Pusat Massa**

Pusat massa merupakan posisi rata-rata dari sebuah atau sekumpulan objek berdasarkan massanya. Pusat massa sering disamakan dengan istilah pusat gravitasi. Pusat massa umumnya digunakan untuk menyederhanakan persamaan gerak seperti momentum sudut dan momen inersia [9]. Contoh sistem objek terdapat pada gambar 2.1.

Pusat massa dapat terletak di dalam maupun di luar objek. Posisi ini merupakan titik dimana benda terpengaruhi apabila benda tersebut diberikan gaya. Sebuah objek akan berpindah tanpa berotasi ketika diberi gaya tepat pada posisi pusat massa.

Kalkulasi letak pusat massa suatu sistem dalam suatu sumbu dapat ditentukan dengan melakukan pembagian antara jumlah hasil perkalian titik sumbu dan massa tiap benda dengan total massa [1, 2, 4] :

Dimana :

= massa *segment*

= pusat massa *segment* pada sumbu X

= massa total benda

= pusat massa sistem pada sumbu X



Gambar 2.1 Sistem objek dalam suatu diagram kartesian dua dimensi (sumber : <https://cdn.kastatic.org/ka-perseus-images/4cf588bbf9e241a4c6c8c13ab9c6eb582eca6f37.svg>)

**2.2 Pusat Massa Segment Tubuh Manusia**

R. A. Clark et al. mengatakan bahwa pusat massa *segment* umumnya dihitung dengan mencari persentase dari panjang *proximal end*. Sedangkan massa *segment* umumnya dihitung dengan mencari persentase dari total massa manusia [3]. Hasil dari penelitian R. A. Clark et al. Dijabarkan dalam tabel 2.1 dan tabel 2.2.

Tabel 2.1 Persentase Massa Segment terhadap Massa Total

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Segment Mass Percents: | | |
| Segment | Males | Females |
| Head & Neck | 6.94 | 6.68 |
| Trunk | 43.46 | 42.58 |
| Upper Arm | 2.71 | 2.55 |
| Fore Arm | 1.62 | 1.38 |
| Hand | 0.61 | 0.56 |
| Thigh | 14.16 | 14.78 |
| Shank | 4.33 | 4.81 |
| Foot | 1.37 | 1.29 |

Tabel 2.2 Persentase Panjang Segment terhadap Proximal End

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Segment Length Percents: | | | |
| Segment | Males | Females | End Points |
| Head & Neck | 50.02 | 48.41 | Top Of Head –C7 |
| Trunk | 43.10 | 37.82 | MidS - MidH |
| Upper Arm | 57.72 | 57.54 | SJC - EJC |
| Fore Arm | 45.74 | 45.59 | EJC - WJC |
| Hand | 79.00 | 74.74 | WJC - MCPIII |
| Thigh | 40.95 | 36.12 | HJC - KJC |
| Shank | 43.95 | 43.52 | KJC - AJC |
| Foot | 44.15 | 40.14 | Heel - Toe |

**2.3 BioVision Hierarchy Data**

*File* BVH merupakan ekstensi file yang berisi *hierachical strcuture* dan *motion data*. Sebuah *file* BVH dibagi kedalam dua bagian, bagian pertama diawali dengan *header* “HIERARCHY”, sedangkan bagian kedua ditandai dengan *header* “MOTION” [7].

Bagian HIERARCHY mendefinisikan satu atau lebih *skeleton* secara rekursif. Setiap *skeleton* diawali dengan satu *ROOT* yang merupakan akar dari *skeleton*. Kemudian diikuti dengan satu atau lebih *JOINT* yang merupakan tungkai. Setiap *JOINT* diakhiri dengan *End Site* yang merupakan representasi panjang dari *JOINT* terakhir. Setiap bagian dibatasi dengan kurung kurawal. Apabila terdapat *JOINT* didalamnya, maka *JOINT* tersebut merupakan *child*. Contoh hierarki skeleton terdapat pada gambar 2.2.

Pendefinisian *ROOT* dan *JOINT* diikuti dengan nama dan berisi data tentang *OFFSET, CHANNELS,* dan *children*. *End Site* hanya memiliki *OFFSET* karena tidak akan dilakukan transformasi. *OFFSET* merupakan jarak relatif suatu *JOINT* terhadap *parent*-nya. *CHANNELS* merupakan urutan data berupa translasi kartesian dan rotasi *euler* yang akan didapatkan dari bagian *MOTION*.

Bagian *MOTION* berisi *Frames* (jumlah *frame* total), *Frame Time* (selisih waktu setiap *motion* data dalam satuan detik), diikuti dengan baris-baris *motion* *data*. Satu baris *motion data* merupakan isi dari *CHANNELS*. Setiap *motion data* dari kiri ke kanan di *mapping* kedalam *channels* dari atas ke bawah [6].



Gambar 2.2 Contoh Hierarki Skeleton (sumber : http://mocappys.com/wp-content/uploads/2014/03/BaseJointNames.jpg)

**2.4 Transformasi Matrix**

Penentuan transformasi pada 3 dimensi memerlukan *matrix 4x4 homogenous coordinate*. Matriks ini mampu merepresentasikan translasi, rotasi, dilatasi dan proyeksi. Matriks T merupakan matriks transformasi translasi. Matriks R dibagi menjadi 3 (Rx, Ry, dan Rz) yang masing-masing merupakan matriks rotasi pada sumbu tersendiri. Dan Matriks S merupakan matriks *scaling* / dilatasi [5].

Penelitian ini menggunakan *Column Major Matrices* dan *Right Handed Coordinate System. Column Major Matrices* menganggap kolom pertama adalah transformasi pada sumbu X, kolum kedua adalah transformasi pada sumbu Y, kolom ketiga adalah transformasi pada sumbu Z, dan kolom keempat merupakan vektor translasi. Perkalian matriks pada *Column Major Matrices* dilakukan dengan cara menempatkan matriks pertama pada posisi paling kanan sampai, kemudian diikuti dengan matriks-matriks selanjutkan ke arah kiri.

*Right Handed Coordinate System* merupakan cara menafsirkan kemana arah sumbu Z. Penentuan arah dapat menggunakan jempol kanan sebagai sumbu X, jari telunjuk kanan sebagai sumbu Y, maka jari tengah akan menunjukan arah positif dari sumbu Z. Perbedaan Left Handed Coordinate System dan Right Handed Coordinate System terletak pada arah positif sumbu Z yang masing-masing saling membelakangi seperti yang digambarkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Left Handed Coordinates dan Right Handed Coordinates (sumber : <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b2/3D_Cartesian_Coodinate_Handedness.jpg/220px-3D_Cartesian_Coodinate_Handedness.jpg>)

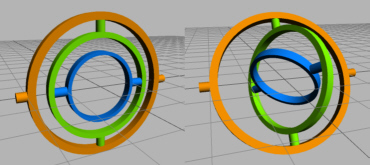
Pada *affine transformation*, *subscripts* m11, m12, m13, m21, m22, m23, m31, m32 dan m33 mempengaruhi transformasi rotasi dan dilatasi, sedangkan *subscripts* m14, m24, dan m34 mempengaruhi translasi. Perkalian pada matriks tidak bersifat komutatif (TRS ≠ SRT ) urutan transformasi dilakukan dari dilatasi, kemudian diikuti oleh rotasi, dan kemudian di akhiri dengan translasi.

**2.5 Euler Rotate Order**

Transformasi 3D menggunakan matrix mementingkan order rotasi yang menjadi konvensi transformasi dalam suatu sistem. Konvensi ini disebut *Euler Rotate Order*. *File* BVH yang digunakan dalam penulisan ini, *rotate order* yang digunakan adalah *ZXY*. *ZXY rotate order* berarti transformasi rotasi dilakukan 3 kali, diawali dengan rotasi di sumbu Z, kemudian rotasi di sumbu X, dan diakhiri rotasi di sumbu Y.

Pada umumnya, *rotate order* akan selalu konsisten untuk mencegah *gimbal lock*. *Gimbal lock* merupakan keadaan dimana salah satu sumbu putar sama dengan sumbu putar lainnya. Keadaan ini mengakibatkan dua sumbu putar menghasilan hasil perputaran yang sama sehingga transformasi rotasi tiga dimensi tidak dimungkinkan.

Untuk menghindari *gimbal lock*, dapat dilakukan dengan menggunakan notasi *quaternions* dalam melakukan transformasi rotasi. Akan tetapi pada penelitian ini, semua rotasi telah didefinisikan dengan *rotate order* Rz, Rx, Ry maka tidak perlu menggunakan *quaternions* untuk mendapatkan rotasi yang konsisten. Objek hanya dapat berputar pada satu sumbu apabila terjadi *gimbal lock* digambarkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Gimbal Lock Sumber (sumber : https://i.stack.imgur.com/SRwlZ.jpg)

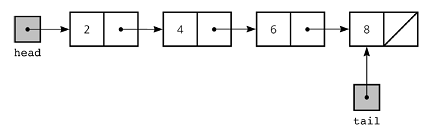
**2.9 Linked List**

*Linked list* merupakan sebuah struktur data *linear* dimana setiap elemen juga merupakan objek pemisah. Sebuah *linked list* umumnya memiliki satu *head* yang merupakan awal dan satu atau lebih *tail* yang merupakan akhir. Setiap objek dalam *linked list* berisi data dan sebuah *pointer* ke objek lainnya. Sebuah *linked* *list* berakhir ketika mencapai *tail* dimana *pointer* pada objek bernilai *null*.

Keuntungan menggunakan linked list meliputi:

1. Ukuran *linked* *list* dapat ditentukan saat *run-time*
2. Operasi penambahan, penyisipan, penghapusan pada *linked list* sangat mudah karena hanya dengan merubah *pointer*
3. Elemen dari sebuah *linked list* dapat disebar ke memori sehingga memungkinkan *program* berjalan pada spesifikasi rendah
4. Pengaksesan menggunakan *pointer* memungkinkan *data* selalu terupdate

Relasi *parent-child* dalam sebuah *hierachial skeleton* umumnya dibuat dalam bentuk *linked list*. Didalam sebuah *file BVH, ROOT* dapat merepresentasikan *head* dan *End Site* dapat merepresentasikan *tail*. Sehingga dalam penelitian ini, *linked list* merupakan struktur *data* yang digunakan dalam menyimpan, memproses, dan menggambarkan *skeleton* [6].



Gambar 2.5 Contoh sebuah Linked List (sumber : <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/ib-assessment-tests/problem_images/singly-ll.png>)

**2.10 Motion Capture**

*Motion capture* adalah metode interaktif untuk membuat gerakan dalam animasi komputer. Mocap dapat menyajikan gerakan yang realistis dan detil pada pemeran profesional. Mocap memungkinkan aktor dan sutrada untuk berkerja sama membuat gerakan tertentu yang diinginkan, yang itu akan sulit dilakukan pada animator yang bekerja secara manual.

Motion capture memiliki berbagai cara penerapan, seperti dengan penanda (marker-based motion capture) dan tanpa penanda (marker-less motion capture). Motion capture yang menggunakan penanda dapat dibedakan menjadi optical system, magnetic system, dan mechanical systemsehingga dalam pengaplikasiannya memerlukan alat dan studio khusus. Ketiga sistem penangkap gerakan ini menggunakan konsep yang berbeda satu sama lain dalam cara penangkapan gerakan untuk direpresentasikan menjadi data gerakan (motion data).

**2.10.1. 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 penilitian. 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, control, atau membuat gerakan objek/subjek yang baru. Dalam sintesis, data gerakan yang sudah direkam (capture) meningkatkan kepercayaan renderingmanusia dan membawa kepribadian pada karakter animasi gerakan, informasi yang ditangkap ini digunakan untuk mengevaluasi beberapa aspek dari sistem rangka-otot (musco-skeletal). Sebuah optical motion

33captureadalah cara yang tepat untuk mengestraksi informasi rinci dari subjek dalam rangka untuk melacak pergerakannya.[Bheta Agus Wardijono, 2013].

**2.10.2. Motion Capture Magnetik**

Sistem magnetik menggunakan sensor elektromagnetik terhubung ke komputer yang dapat menghasilkan 3D data secara realtimedengan biaya pengolahan rendah. Sistem magnetik motion capturedata ini digunakan untuk mendapatkan informasi tentang joint parametersdari articulated hierarchy. Teknik inimemungkinkan untuk menentukan panjang tungkai/lengan, lokasi-lokasi penghubung (joint locations) dan penempatan sejumlah sensor untuk manusia tanpa pengukuran eksternal. Pada gambar 2.9 berikut memperlihatkan suatu motion capturemagnetik.[Bheta Agus Wardijono, 2013].

Gambar 2.9: Sistem motion capture magnetik. [Bheta Agus Wardijono, 2013].

**2.10.3. Motion Capture Mekanik**

Sistem mekanis menggunakan pakaian khusus dengan mekanik terintegrasi sensor yang mendaftar gerak artikulasi secara realtimedan 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 seluruhtubuh. Pada

34gambar 2.10memperlihatkan sistem motion capturemekanik. [Bheta Agus Wardijono, 2013].

Gambar 2.10 :Motion CaptureMekanik. [Bheta Agus Wardijono, 2013]

Motive

Motive merupakan platformperangkat lunak baru dari Optitrackyang menggabungkan teknik terbaik ke dalam arsitektur terpadu yang fleksibel dan cukup handal untuk menangani aplikasi pelacakan optik, contoh tampilan aplikasi Motive bisa dilihat pada gambar 2.18. Motive disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan studio produksi dan fasilitas penelitian. Motive menggabungkan fitur terbaik perangkat lunak terdahulu dengan sejumlah rancangan untuk memberikan setup sederhana, volume yang lebih besar, dan data bersih. Motive ini memiliki dua jenis yaitu Motive Trackerdan Motive Body.[Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].Gambar 2.18:Tampilan Aplikasi Motive. [Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].

41Perangkat lunak Motive merupakan optical motion captureperangkat lunakyang banyak memiliki cara kerja dalam penggunaan untuk membuat perekaman gerakan pada markeryang digunakan oleh aktor. Dalam pengaturan sistem penangkapan gerak, banyak kamera dan komponen yang terlibat, dan pengaturan yang benar akan memiliki dampak signifikan pada kualitas data yang dihasilkan oleh sistem anda. Pengaturan perangkat keras berikut menyediakan petunjuk terperinci tentang cara mengatur volume mocap dengan baik untuk menangkap gerakan.[Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra,2016].2.10.1File ManagementDalam Motive, data mocap direkam disimpan dalasm format file yang disebut Take(TAK), dan beberapa file Takedapat dikelompokkan dalam folder Session. Panel Manajemen Data adalah tampilan utama untuk mengelola file tangkapan dalam Motive. Motive akan menyimpan dan membuat format file spesifik Motive termasuk file Take(TAK), file XMLProfil, file kalibrasi (CAL), dan file definisi aset untuk skeleton dan rigid body(SKL dan TRA). Berikut ini penjelasan dari format file pada Motive diantaranya, yaitu:1.Take File(TAK) Pengelolaan file Motive dipusatkan pada file Take(TAK). File TAK adalah rekaman pengambilan gerakan tunggal (alias ‘ambil’ atau ‘percobaan’), yang berisi semua informasi yang diperlukan untuk membuat ulah seluruh pengambilan dari file, termasuk kalibrasi kamera, data 2D kamera, data 3D yang direkonstruksi dan berlabel, data editan, memecahkan data sudut sendi, model pelacakan (Skeleton, Rigid Bodies), dan data perangkat tambahan apapun (audio, force plate, dll). File Motive Take(TAK) adalah rekaman gerak motion capture, dan dapat dibuka oleh versi lain dari Motive sistem lain. [Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].2.Session FoldersSessionadalah folder file yang memungkinkan pengguna untuk mengatur beberapapengambilan serupa (misalnya hari Senin, hari Selasa, hari Rabu, atau Static Trials, Walking Trials, Running Trials, dll). Apakah

42anda merencanakan pemotretan hari itu atau menggabungkan kelompok yang membutuhkan projek, membuat folder Sessiondapat membantu mengelola kumpulan data yang rumit. Di panel Manajemen data, anda dapat mengimpor folder Sessionyang berisi beberapa folder baru untuk memulai sesi pengambilan baru. Untuk alur kerja yang paling efisien, rencanakan sesi mocap sebelum menangkap dan mengatur daftar tangkapan (gambar)yang harus diselesaikan.[Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].3.Application Profile(XML)Konfigurasi perangkat lunak disimpan ke file XMLProfil. Semua konfigurasi yang berhubungan dengan aplikasi, daftar aset, dan folder Sessionyang sudah di settingmenggunakan format file ini, dan anda dapat mengekspor dan mengimpor profil untuk dengan mudah mempertahankan konfigurasi perangkat lunak yang sama setiap kali Motive diluncurkan. Semua pengaturan perangkat lunak yang saat ini dikonfigurasikan akan disimpan ke fileC:\ProgramData\Optitrack\MotiveProfile.xml secara berkala di seluruh pengambilan dan ketika ingin menutup Motive.[Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].4.Calibration Files(CAL)File kalibrasi adalah file yang berdiri sendiri yang berisi semua informasi yang diperlukan untuk sepenuhnya mengembalikan volume kamera yang dikalibrasi, termasuk posisi dan orientasi setiap kamera serta parameter distorsi lensa. Setelah sistem kamera dikalibrasi, file CAL dapat diekspor dan diimpor kembali lagi ke Motive bila diperlukan. Perhatikan bahwa file ini hanya dapat digunakan jika pengaturan kamera tetap atau tidak berubah posisi sejak kalibrasi sebelumya. [Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].2.10.2ViewportsDalam Motive, viewportsutama ditetapkan di pusat user interface, dan ini digunakan untuk memantau data capture2D atau 3D baik dalam mode livedan edit. Mode tampilan PerspectiveViewportsmenunjukkan data 3D

43yang direkonstruksi dalam ruang 3D yang dikalibrasi, dan mode Pratinjau Kamera Viewportsmenunjukkan gambar 2D dari setiap kamera dalam pengaturan. Kedua pandangan ini penting untuk menilai dan memantau data pelacakan.1.Perspective View–3D ViewportsDigunakanuntuk melihat representasi 3D rekam yang direkonstruksi, menganalisa posisi marker, sinar yang digunakan dalam rekonstruksi, dll, contoh tampilan bissa dilihat seperti pada gambar 2.19. Menu konteks dalam tampilan Perspectivememungkinkan anda untuk mengakses lebih banyak opsi yang terkait dengan markerdan aset dalam data pelacakan 3D.Gambar 2.19: Tampilan Perspective3D Viewports.[Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].2.Camera Preview–2D ViewportsSetiap tampilan kamera dapat diakses dari Camera Preview Panebisa dilihat pada gambar 2.20. Ini menampilkan gambar yang sedang dikirim dari setiap kamera. Mode pemrosesan gambar ditampilkan, termasuk skala abu-abu dan objek.Refleksi yang terdeteksi juga ditampilkan di panel ini, dan pantulan yang memenuhi fitur objek dan dianggap sebagai marker.Dari Camera Preview Pane, anda dapat menutupi wilayah piksel tertentu untuk mengecualikannya dari proses.

44Gambar 2.20: Tampilan Camera Preview2D Viewports. [Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].2.10.3BasicNavigationControlsSebagian besar kontrol navigasi dalam Motive dapat disesuaikan, termasuk kontrol mousedan Hotkey. Hotkey Editor Panedan Mouse Control Panedi bawah tab Editmemungkinkan anda untuk menyesuaikan navigasi mousedan pintasan keyboardke operasi umum.1.Viewport MouseControlMotive mencakup berbagai ‘profi’ presetkontrol umum sehingga setiap pengguna baru dapat dengan mudah mulai mengontrol Motive. Profil control presetyang tersedia termasuk Motive di bawah tab Editdan menyesuaikan pengaturan untuk preferensi anda sendiri, fungsi dari mouse controldapat dilihat pada tabel 2.4 dan tampilan mouse control panepada gambar 2.21.Tabel 2.4: Fungsi dari mouse control.FunctionDefault ControlRotate viewRight + DragPan ViewMiddle (wheel) click + dragZoom in/outMouse WheelSelect in ViewLeft mouse clickToogle Selection in ViewCTRL + left mouse click

45Gambar 2.21: Mouse Control Pane.[Ghaffar Rizqi, Adang Suhendra, 2016].2.HotkeysMenggunakan hotkeysdapat mempercepat alur kerja. Semua hotkeystandar dicantumkan di halaman Motive Hotkeys. Tombol pintas jugadapat menyesuaikan dari HotkeysEditor, yang dapat diakses di bawah tab Edit di Toolbar utama. Berbagai tindakan dapat diberikan dengan hotkeyskhusus menggunakanHotkeyEditorseperti pada gambar 2.22

UML (Unifield Modelling Language)Hasil dari pemodelan terdokumentasi dalam bentuk Unifield Modelling Language(UML). UML adalah bahasa spesifikasi standar yang dipergunakan

46untuk mendokumentasikan, menspesifikasikan, dan membanngun perangkat lunak. UML merupakan metodologi dalam pengembangan sistem berorientasi objek dan juga merupakan alat untuk mendukung pengembangan sistem. UML saat ini sangat banyak dipergunakan dalam dunia industri yang merupakan standar bahasa pemodelan umum dalam industri perangkat lunak dan pengembangan sistem. Para pengembang sistem berorientasi objek menggunakan UML untuk menggambarkan, memvisualisasikan, membangun, dan mendokumentasikan suatu sistem yang mereka rancang. Secara umum terdapat sembilan jenis diagram yang disediakan oleh UML, yaitu: Class Diagram, Packet Diagram, Use Case Diagram, Sequence Diagram,Communication Diagram, Statechart Diagram, Activity Diagram, Component Diagram, Deployment Diagram, dan Flowchart Diagram.[Sri Dharwiyanti, Romi Satria Wahono, 2003].2.11.1ActivityDiagramActivity Diagrammerupakan penggabungan dari berbagai alur aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alur berawal, decision yang mungkin terjadi, dan bagaimana mereka berakhir. Activity Diagram juga dapat menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi.Simbol-simbol dari Activity Diagramdapat dilihat pada tabel 2.5.[Sri Dharwiyanti, Romi Satria Wahono, 2003].Tabel 2.5 Simbol-simbol pada Activity Diagram.No.GambarNamaKeterangan1.ActivityMemperlihatkan bagaimana masing-masing kelas antarmuka saling berinteraksi satu sama lain.2.ActionStatedari sitem yang mencerminkan eksekusi dari suatu aksi.3.Initial NodeBagaimana objek dibentuk atau diawlai.

474.Activity Final NodeBagaimana objek dibentuk dan dihancurkan.5.Fork NodeSatu aliran yang pada tahap tertentu berubah menjadi beberapa aliran.Alat bantu yang digunakan dalam perancangan berorientasi objek berbasiskan UML adalah sebagai berikut:Diagram Aktivitas (Activity Diagram)Gambar 2.23: Acitvity Diagram.[Sri Dharwiyanti, Romi Satria Wahono, 2003].Pada gambar 2.23 Activity Diagram menggambarkan workflow(aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah sistem atau proses bisnis. Activity Diagramjuga dapat menggambarkan proses parallel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi. Activity Diagramtidak menggambarkan behaviorinternal sebuah sistem (dan interaksi antar subsistem) secara eksak, tetapi lebih menggambarkan proses-proses dan jalur-jalur aktivitas dari levelatas secara umum. [Romi Satria Wahono,Sri Dharwiyanti, 2003].2.11.2FlowchartDiagramFlowchart Diagram(Bagan Alir) adalah bagan (chart) yang menunjukkan alir (flow) di dalam program atau prosedur sistem secara logika. Bagan alir (flowchart) digunakam terutama untuk alat bantu komunikasi dan untuk dokumentasi.[Sri Dharwiyanti, Romi Satria Wahono, 2003].

48Jenis-jenis Flowchart Diagram. Ada beberapa jenis-jenis flowchart diantaranya :Bagan alir sistem (system flowchart),Bagan alir dokumen (document flowchart),Bagan alir skematik (schematic flowchart),Bagan alir program (program flowchart),dan Bagan alir proses (proses flowchart).Simbol-simbol pada Flowchart Diagramdapat dilihat pada tabel

**2.7 Model World Camera Screen Space**

*Model World Camera Screen Space* merupakan istilah yang umum digunakan dalam membuat aplikasi tiga dimensi dalam komputer grafik. *Model View Projection Matrices* diperlukan karena keterbatasan monitor dalam merepresentasikan sebuah dunia digital tiga dimensi. Penggambaran monitor hanya mampu mencakup luasan daerah bujur sangkar dua dimensi.

*Model space* merupakan posisi relatif setiap titik terhadap pusat *origin* *model*. Penggunaan *model space* umumnya untuk mendefinisikan bentuk-bentuk yang diinginkan sehingga saat menempatkannya kedalam *world space* objek tersebut memiliki kesan solid. Dalam penulisan ini, setiap *segment* hanya memiliki dua titik dikarenakan pada program yang dibuat hanya menggambarkan *segment* dalam bentuk garis.

*World space* merupakan posisi relatif setiap model terhadap pusat *origin* *world space*. *World space* umumnya digunakan untuk menempatkan beberapa *model* agar memberi kesan terbentuknya sebuah populasi. Dalam penulisan ini, hanya terdapat satu *instance* dari skeleton yang digunakan.

*Camera space* merupakan posisi relatif setiap model yang berada di *world space* terhadap *camera virtual*. Simulasi *camera virtual* dapat dilakukan dengan cara melakukan perkalian dengan *inverse* matriks yang diinginkan. Maksudnya adalah untuk menggerakkan *camera virtual* ke kiri sama saja dengan menggerakan setiap model yang ada di *world space* ke kanan.

*Screen space* merupakan posisi relatif setiap model yang berada di *world space* yang hanya disorot oleh *camera virtual* terhadap posisi *pixel* di layar *monitor*. Setiap *monitor* memiliki resolusi dan ukuran yang berbeda-beda sehingga dibuatlah sebuah istilah yaitu *Normalized Device Coordinate*s (NDC) dimana sisi paling kiri bernilai -1 dan sisi paling kanan bernilai 1. Begitupun juga dengan sisi paling atas bernilai 1 dan sisi paling bawah bernilai -1. NDC kemudian diperbaiki dengan mengalikan setiap posisi pada *screen space* dengan aspect ratio pada masing-masing *monitor*.

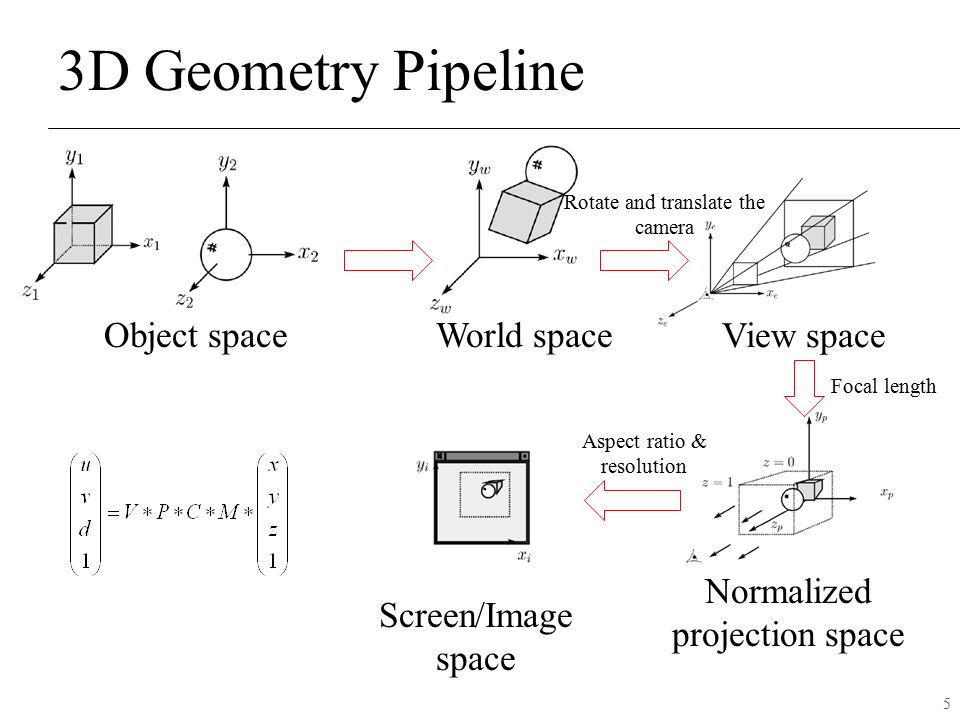


Figure 1https://slideplayer.com/slide/10824282/38/images/6/3D+Geometry+Pipeline+Model+space+%28Object+space%29.jpg