Hak cipta dan penggunaan kembali:

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

Copyright and reuse:

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

Team project ©2017
Dony Pratidana S. Hum | Bima Agus Setyawan S. IIP

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Principal Components Analysis

Principal Components Analysis adalah suatu teknik yang berfungsi untuk menyederhanakan variable – variable yang diamati dengan melakukan reduksi pada dimensinya[3]. Selain itu, PCA juga disebut suatu teknik yang mudah untuk melakukan ekstraksi informasi yang dibutuhkan dari sekumpulan data yang cukup banyak[5].

Teknik PCA umumnya adalah teknik visualisasi data, yang dimana data yang digunakan dimensinya sudah direduksi agar lebih mudah untuk diplotting. Dengan menggunakan PCA, peneliti dapat mendapatkan gambaran untuk melakukan pengurangan sekumpulan data kompleks dengan jumlah banyak yang menghalangi data penting.

Pada penelitian ini perhitungan PCA dapat dilakukan seperti persamaan berikut[6]

$$X = pc_1 \cdot w_1 + pc_2 \cdot w_2 + pc_2 \cdot w_2 \ldots + pc_j \cdot w_j \tag{2.1}$$

Dimana X adalah adalah data input atau data HRIR/HRTF awal sedangkan PC merupakan *principal component* atau vektor – vektor basis [4]. Jumlah dari komponen utama atau *principal component* dapat ditentukan dengan melihat total *variance* atau variansi yang dijelaskan dari seluruh *principal component* lebih dari 80% [7] dimana persentase variansi adalah total pesebaran variabel dari satu *principal component* ke *principal component* lainnya, persentase varians juga dapat digunakan untuk mengestimasi dimensionalitas suatu dataset[8].

2.2. Metode Reduksi Dimensi

Ada dua metode reduksi dimensi yang dipakai untuk teknik PCA yang pertama adalah **metode matrix**, metode matrix adalah metode yang paling umum digunakan, dimana semua data digunakan untuk meng-estimasi struktur varian dan kovarian dan menjelaskannya ke dalam sebuah matrix. Sedangkan tipe kedua adalah **metode data**, dimana tipe ini bekerja langsung didalam data, metode ini diimplementasikan secara adaptif agar arah dari komponen utama (*Principal components*) menyesuaikan saat setelah data baru diterima tanpa harus mengunakan ulang semua data HRTF kembali, metode ini tepat untuk digunakan untuk aplikasi *real-time* atau untuk suatu masalah dengan dimensi yang sangat tinggi[3].

Tujuan utama mengimplementasikan metode PCA pada HRTF adalah untuk mencari komponen frekuensi yang berbeda – beda dikarenakan arah dari sumber suara, PCA memperbolehkan untuk menghilangkan komponen *spectra magnitude* yang biasanya tidak tergantung oleh pendengar suara. Dengan itu HRTF yang sudah dilakukan preproses dapat dilakukan pemodelan dengan filter yang lebih rendah[9].

Untuk data HRTF yang diimplementasikan PCA memiliki regularitas matematis yang tidak terlihat dalam set data asli, dimana komponen utama (*principal component*) yang diperoleh dari data HRTF adalah orthogonal dan tidak memiliki hal yang sama, maka dari itu diperlukan variasi bobot (W) dimana variasi bobot dapat dideskripsikan atau dapat disubsitusikan oleh fungsi matematis yang sederhana.

Variasi bobot yang dideskripsikan dengan fungsi matematik yang tepat dapat mempresentasikan data HRTF dengan jumlah koefisien yang

Analisis Algoritma Interpolasi..., Irfan Naufal, FTI UMN, 2018

sedikit dengan baik, selain itu variasi bobot juga dapat menghasilkan sumber suara untuk titik yang belum terukur sebelumnya[6].

2.3. Head-Related Transfer Function

Head-Related Transfer Function adalah teknik yang bekerja dengan menangkap perubahan gelombang suara yang dihasilkan dari sumber suara ke telinga manusia dimana HRTF. Manusia miliki HRTF yang berbeda dari telinga kanan dan kirinya, dimana hal ini dikarenakan telinga manusia memiliki sudut elevasi (φ), dan sudut azimuth (θ) yang berbeda dari masing – masing telinga manusia, maka dari itu perlu untuk menemukan HRTF dari kedua telinga manusia untuk mensintesis sinyal binaural dari sumber suara mono yang berasal dari sebuah titik tertentu[10].

Semua data HRTF berasal dari Head Related Impulse Response atau disingkat HRIR, HRIR adalah suatu *transfer function* dalam *time domain* dari gendang telinga manusia yang melakukan penyaringan bunyi yang datang pada gendang telinga tersebut[4] selanjutnya data HRIR tersebut diukur dalam keadaan yang sudah ditentukan, lalu dilakukanlah transformasi fourier pada data HRIR untuk menghasilkan HRTF, yang dimaksud keadaan yang sudah ditentukan adalah dimana sudut elevasi (φ) dan sudut azimuth (θ) yang bertitik ke arah telinga manusia, dengan terbatasnya jumlahnya dalam sebuah sistem yang praktikal maka untuk mengestimasi HRTF yang berasal dari sumber yang tidak diketahui dibutuhkan sebuah interpolasi[1].

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA

2.4. Interpolasi

Interpolasi merupakan sebuah metode untuk mencari titik – titik data baru dalam suatu jangkauan tertentu pada sekumpulan data diskrit, interpolasi dibutuhkan dalam mengolah data HRTF, interpolasi berfungsi untuk mengestimasi HRTF pada titik mana pun. Akan tetapi tidak semua lokasi dapat diperoleh HRTFnya dikarenakan keterbatasannya suatu sistem yang tidak dapat menampung jumlah data HRTF yang tidak terbatas atau memang tidak ada titik sumber dilokasi tersebut[10].

Pada penelitian ini metode interpolasi yang akan digunakan adalah metode interpolasi bilinear *rectangular*, interpolasi bilinear *triangular* dan juga interpolasi tetrahedral yang termasuk interpolasi trilinear.

2.4.1. Interpolasi Bilinear

Intepolasi bilinear adalah interpolasi yang menggunakan titik - titik pada bidang vertikal dan horizontal (azimuth dan elevasi) dari titik yang akan dicari nilainya[10]. Interpolasi bilinear *triangular* memiliki tiga titik acuan dimana ketiga titik tersebut membentuk segitiga, sedangkan interpolasi bilinear *rectangular* memiliki empat titik acuan yang membentuk segiempat.

Berdasarkan dari sebuah jurnal ilmiah[1], perhitungan dalam interpolasi bilinear rectangular dapat dilakukan sebagai berikut.

$$\hat{h}(k) = (1 - C_\theta)(1 - C_\varphi)h_a(k) + C_\theta(1 - C_\varphi)h_b(k) + C_\theta C h_c(k) + (1 - C_\theta)C_\varphi h_d(k) \quad (2.2)$$

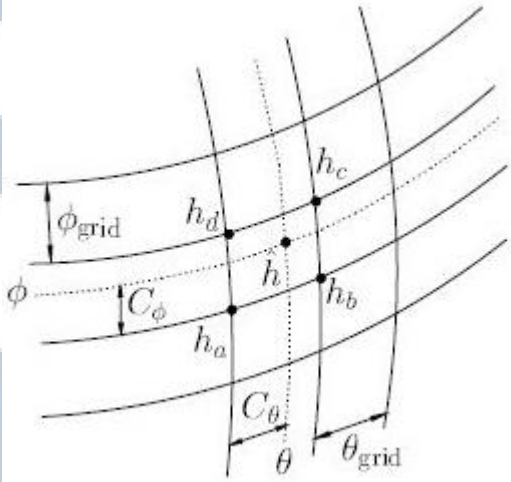
Dimana $h_a(k)$, $h_b(k)$, $h_c(k)$ *dan* $h_d(k)$ adalah HRIR atau HRTF yang sudah diketahui untuk posisi terdekat dari titik yang diinginkan dan koefisien $C_\varphi$danC_θ dapat dihitung sebagai berikut.

$$C_\theta = \frac{c_\theta}{\theta grid} = \frac{\theta mod\ \theta grid}{\theta grid} \quad (2.3)$$

$$C_\varphi = \frac{c_\varphi}{\varphi grid} = \frac{\varphi mod\ \varphi grid}{\varphi grid} \quad (2.4)$$

dimana C_φ dan C_θ indikasi posisi relatif dari azimuth (θ) dan elevasi(φ)[10].

Perhitungan sebelumnya dapat dilihat dari gambar interpretasi dari bilinear *rectangular* pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Interpretasi perhitungan interpolasi bilinear rectangular [1]

Interpolasi *triangular* adalah interpolasi yang membutuhkan tiga titik acuan dimana perhitungannya adalah sebagai persamaan berikut.

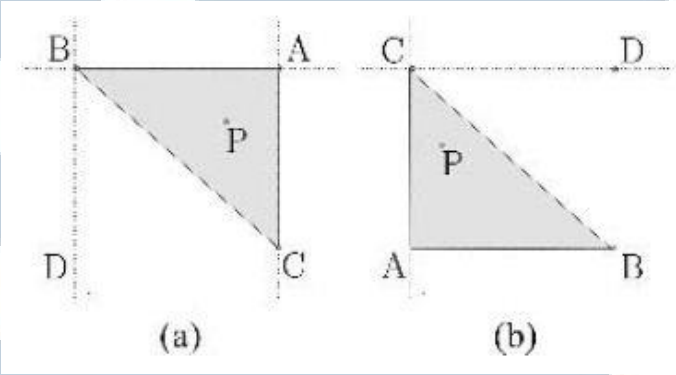
$$HRTF_P = w_A HRTF_A + w_B HRTF_B + w_C HRTF_C \quad (2.5)$$

Dimana $HRTF_A$, $HRTF_B$, $HRTF_C$ adalah merupakan ketiga titik HRTF yang sudah diketahui nilainya, sedangkan W_A, W_B dan W_C

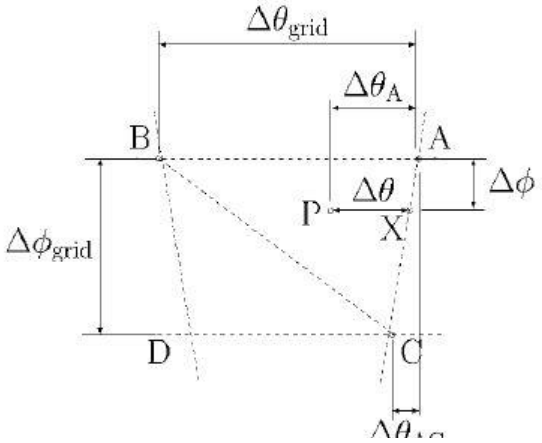
adalah bobot perhitungan interpolasi yang mengikuti ketentuan berikut.

$$w_A + w_B + w_C = 1 \tag{2.6}$$

Dari perhitungan diatas dapat dilihat gambar interpretasi dari interpolasi bilinear *triangular* pada Gambar 2.2[11].



Gambar 2.2 Interpretasi perhitungan interpolasi triangular[11]



Gambar 2.3 Jarak angular untuk menemukan nilai W_A, W_B dan W_C. [11]

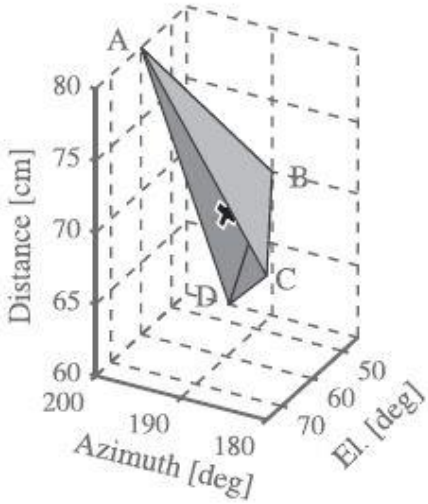
Nilai dari W_B dan W_C dapat ditemukan dengan persamaan berikut dengan Gambar 2.3 sebagai acuannya.

$$W_C = \frac{\Delta\phi}{\Delta\phi\ grid} \tag{2.7}$$

$$W_B = \frac{\Delta\theta}{\Delta\theta\ grid} \tag{2.8}$$

2.4.2. Interpolasi Tetrahedral

Interpolasi *tetrahedral* adalah interpolasi yang menggunakan 4 titik pada bidang horizontal dan vertikal (azimuth dan elevasi) dan jarak dari titik yang dicari dimana keempat titik tersebut membentuk bangun ruang limas segiempat [10]. Bentuk dari bangun ruang interpolasi tetrahedral dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Interpretasi interpolasi tetrahedral[12]

Berdasarkan dari sebuah jurnal ilmiah[12], untuk perhitungan dari interpolasi tetrahedral dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$X = g_1 A + g_2 B + g_3 C + g_4 D \qquad (2.9)$$

Dimana X adalah nilai HRTF yang dicari, sedangkan A, B, C dan D adalah titik – titik yang membentuk sebuah bangun tetrahedral yang menutupi titik X atau nilai HRTF yang dicari dan g1, g2, g3 dan g4 merupakan koordinat *barycentric* dari titik X. Koordinat *barycentric* dapat digunakan sebagai bobot interpolasi

untuk mencari nilai HRTF dititik X dengan ketentuan sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^{4} g_i = 1 \tag{2.10}$$

Dimana dengan mengurangi D dari perhitungan interpolasi tetrahedral sebelumnya maka diperoleh.

$$X - D = [g_1\ g_2\ g_3]T \tag{2.11}$$

Dimana T adalah

$$T = \begin{bmatrix} A - D \\ B - D \\ C - D \end{bmatrix} \tag{2.12}$$

Maka bentuk akhir persamaan untuk mencari bobot adalah sebagai berikut.

$$[g_1\ g_2\ g_3] = (X - D)T^{-1} \tag{2.13}$$

Untuk mencari nilai dari g_4 dapat diperoleh persamaan sebagai berikut

$$g_4 = 1 - g_1 - g_2 - g_3 \tag{2.14}$$

Analisis Algoritma Interpolasi..., Irfan Naufal, FTI UMN, 2018

2.5. PKU-IOA HRTF Database

PKU-IOA HRTF database adalah database HRTF spatial resolusi tinggi, database ini berisikan HRIR yang didapat dari manikin KEMAR dengan jumlah 6344 titik spatial. Database PKU-IOA HRTF memiliki data yang variatif dimana data ini memiliki jarak 20 sampai 160 cm, sudut elevasi -40 º sampai dengan 90º dengan lompatan sebesar 10º, dan juga sudut azimuth penuh dari 0º sampai dengan 360º dengan lompatan sebesar 5º[13].

PKU-IOA HRTF pada setiap titiknya database ini memiliki 2048 angka dengan tipe data *double*, dimana data 1024 pertama adalah HRIR dari telinga kiri dan 1024 data selanjutnya adalah data HRIR dari telinga kanan, dan database ini mengunakan sampling rate sebesar 65536 Hz. PKU-IOA HRTF database merupakan database HRTF yang sudah dirilis ke publik dan dapat diunduh pada link http://www.cis.pku.edu.cn/auditory/Staff/Dr.Qu.files/Qu-HRTF-Database.html.

UMN
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA