

Modelowanie numeryczne – obrazowanie 3D

Spis treści

1. Czym jest modelowanie numeryczne.....	1
2. Podstawy.....	1
3. Zastosowanie obrazowanie 3D - medycyna.....	3
4. Oprogramowanie.....	5
5. Wnioski.....	5
6. Teza.....	6
7. Bibliografia.....	6

1. Czym jest modelowanie numeryczne

Modelowanie numeryczne zastępowane jest aproksymacją numeryczną, aby równania Maxwella mogły zostać wykonane i ocenione [1].

Określanie biologicznych zachowań materialnych i narzędzi numerycznych do zastosowań medycznych było w dużej mierze kontynuowane w ciągu ostatnich stu lat, a liczne modele opracowano w różnej skali i dla różnej fizyki. Poniżej przedstawiono rozwój modeli numerycznych dotyczących bezpośrednich zastosowań medycznych do stosowania przez klinicystów, chirurgów i chirurgów naprawczych. Modele te koncentrują się głównie na podejściu wieloskalowym i wielofizycznym z aplikacjami czasu rzeczywistego, a pierwszeństwo ma bezpośredni transfer kliniczny do codziennego użytku[2].

2. Podstawy

W wizji komputerowej i grafice komputerowej, rekonstrukcji 3D i wyglądzie prawdziwych obiektów. Proces ten można realizować za pomocą metod aktywnych lub pasywnych. Jeśli model może się zmieniać, określa się go jako niesztynną lub czasoprzestrzenną rekonstrukcję.

Stereowizja uzyskuje trójwymiarową geometryczną informację obiektu z wielu obrazów w oparciu o badania ludzkiego układu wzrokowego. Wyniki przedstawiono w postaci map głębi. Obrazy obiektu pozyskane przez dwie kamery jednocześnie pod różnymi kątami widzenia lub za pomocą jednej kamery w różnym czasie pod różnymi kątami widzenia, są wykorzystywane do przywracania informacji geometrycznych 3D i rekonstrukcji jej profilu 3D i położenia. Jest to bardziej bezpośrednie niż metody monokularowe, takie jak kształt z cieniowania.

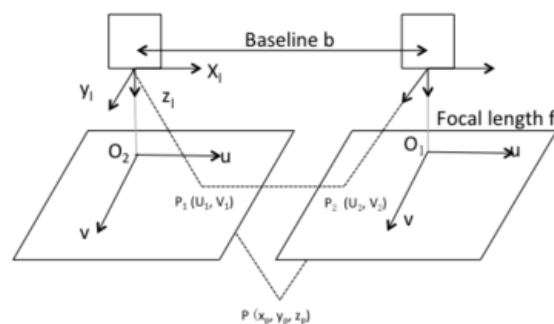
Stereowizja wymaga dwóch identycznych kamer z równoległą osią optyczną do obserwacji tego samego obiektu, uzyskując dwa obrazy z różnych punktów widzenia. Pod względem relacji trygonometrycznych, informacje o głębokości mogą być obliczane na podstawie rozbieżności. Metoda stereoskopowego widzenia obuocznego jest dobrze rozwinięta i stabilnie przyczynia się do korzystnej rekonstrukcji 3D, prowadząc do lepszej wydajności w porównaniu do innych konstrukcji 3D. Niestety, jest to intensywne obliczeniowo, poza tym wykonuje raczej słabo, gdy odległość bazowa jest duża.

Podejście polegające na korzystaniu z lornetkowej wizji stereoskopowej w celu pozyskania geometrycznych informacji 3D obiektu jest oparte na wizualnej dysproporcji. Poniższy rysunek przedstawia prosty schemat widzenia widzianej w poziomie lornetki stereoskopowej, gdzie b jest linią bazową pomiędzy rzutowymi centrami dwóch kamer.

2.Podstawy

Geometria systemu stereoskopowego

Początek układu współrzędnych kamery znajduje się w centrum optycznym soczewki kamery, jak pokazano na rysunku. W rzeczywistości płaszczyzna obrazu kamery znajduje się za optycznym środkiem obiektywu kamery. Jednak w celu uproszczenia obliczeń obrazu są rysowane przed centrum optycznym soczewki za pomocą f . Oś u i oś v układu współrzędnych obrazu O_1 znajdują się w tym samym kierunku, odpowiednio, w osi X i Y układu współrzędnych kamery. Początek układu współrzędnych obrazu znajduje się na przecięciu płaszczyzny obrazowania i osi optycznej. Załóżmy, że taki światowy punkt P , którego odpowiednimi punktami obrazu są odpowiednio $P_1 (u_1, v_1)$ i $P_2 (u_2, v_2)$ na lewej i prawej płaszczyźnie obrazu. Załóżmy, że dwie kamery znajdują się w tej samej płaszczyźnie, a współrzędne Y P_1 i P_2 są identyczne, tj. $v_1 = v_2$ (Rys. 1) [3].



Rys. 1: Geometria systemu stereoskopowego

Według relacji trygonometrii równanie (1), (2) i (3):

$$u_1 = f \frac{x_p}{z_p} \quad (1)$$

$$u_2 = f \frac{x_p - b}{z_p} \quad (2)$$

$$v_1 = v_2 = f \frac{y_p}{z_p} \quad (3)$$

gdzie (x_p, y_p, z_p) są współzrędnymi P w lewym układzie współzrędnym kamery, f to długość ogniskowej kamery. Rozbieżność wizualna jest definiowana jako różnica w położeniu punktu obrazu określonego punktu światowego uzyskanego przez dwie kamery – równanie (4):

$$d = u_1 - u_2 = f \frac{b}{z_p} \quad (4)$$

na podstawie którego można opracować współzrędnym P .

Dlatego, gdy znane są współzrędnym punktów obrazu, oprócz parametrów dwóch kamer, można określić współzrędnym 3D punktu (równania (5), (6) i (7)):

$$x_p = \frac{bu_1}{d} \quad (5)$$

$$y_p = \frac{bv_1}{d} \quad (6)$$

$$z_p = \frac{bf}{d} \quad (7)$$

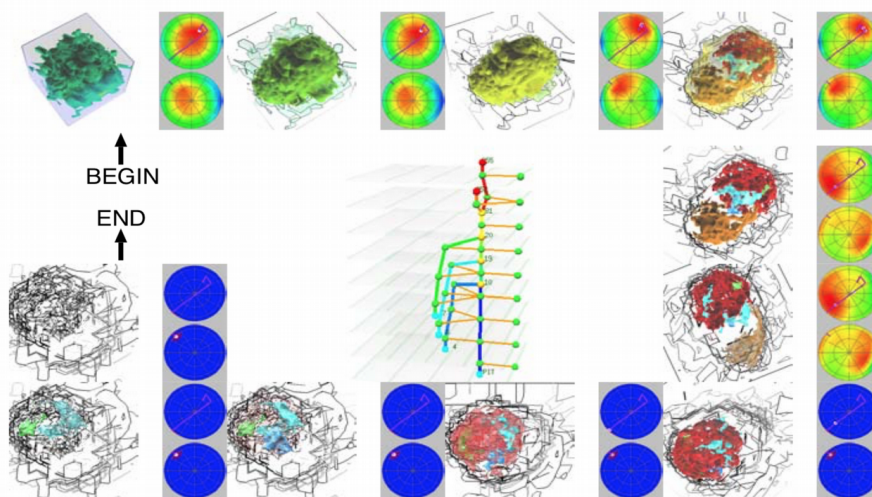
Rekonstrukcja 3D składa się z następujących części:

- uzyskanie obrazu;
- kalibracja kamer;
- ekstrakcja cech;
- korespondencja stereo;
- rekonstrukcja.

3. Zastosowanie obrazowanie 3D - medycyna

Wizualizacja medyczna opiera się na wykorzystaniu metod komputerowych do tworzenia obrazów 3D z otrzymywanych danych medycznych. Ta stosunkowo młoda dziedzina jest uzależniona głównie od postępów w informatyce. Metody obrazowania medycznego zrewolucjonizowały medycynę i pozwoliły stawiać szybsze i trafniejsze diagnozy. Diagnostyka chorób najbardziej zagrażających życiu jest wykonywana głównie dzięki obrazowaniu 3D (skanery rezonansu magnetycznego czy tomografii komputerowej). Umożliwiają one renderowanie obrazów 3D z plasterów 2D.

Obrazowanie 3D jest również bardzo ważne w badaniach naukowych, które pozwala tworzyć filmy 3D poszczególnych narządów (np. bijące serce Rys. 2). Nowe techniki obrazowania obrazują m.in. dyfuzję wody przez ciało. Woda ma tendencję do podążania za innymi trudnymi do wyobrażenia strukturami, takimi jak wiązki nerwów i włókna mięśniowe, co pozwala na ich lepsze zrozumienie. Metody działające na poziomie cząsteczek i genów, pozwalają wykryć procesy patologiczne na długo przed ich ogólnymi objawami.



Rys. 2: Proces obrazujący bijące serce w 3D

3. Zastosowanie obrazowania 3D - medycyna

Proces obrazowania składa się z dwóch części. Pierwszą z nich jest zbieranie danych a drugą wizualizacja. Reprezentowanie uzyskanych informacji w postaci obrazów 3D pozwala na najbardziej efektywną analizę, która jest również niezwykle trudna. Jedną z nich jest topologiczna reprezentacja danych medycznych - pokazująca powierzchnie obiektów. Dzięki niej łatwiej jest dostrzec kształty narządów i zaplanować interwencje chirurgiczne. Najnowsze techniki przetwarzania obrazu pozwalają na dodanie realistycznych efektów świetlnych tworząc fotorealistyczne obrazy. Tego rodzaju reprezentacje są kluczowe dla chirurgii rekonstrukcyjnej, ale nadal ogromnym wyzwaniem jest stworzenie obrazów potencjalnego wyniku interwencji chirurgicznej [4].

Kolejną częścią jest wizualizacja zestawów danych pochodzących od wielu obiektów. Zdjęcie określonego stanu chorobowego obrazujące zmiany wielu pacjentów można połączyć w taki sposób, aby pokazać postęp choroby lub jej zróżnicowanie między różnymi grupami populacji. Zmienia się również sposób, w jaki lekarze postrzegają obrazy. Obecnie za pomocą urządzeń przenośnych (np. iPady) mogą je oni analizować nie tylko przed monitorem komputera. Można powiedzieć, że przyszłość wizualizacji medycznej jest mocno związana z urządzeniami przenośnymi. Mimo rozwoju technologicznego, opisywane powyżej metody są dalej bardzo drogie i tylko 1% populacji może z nich skorzystać. Wobec, czego największym wyzwaniem jest znalezienie sposobu na to, aby te potężne medyczne techniki wizualizacyjne były dostępne dla wszystkich [5,6].

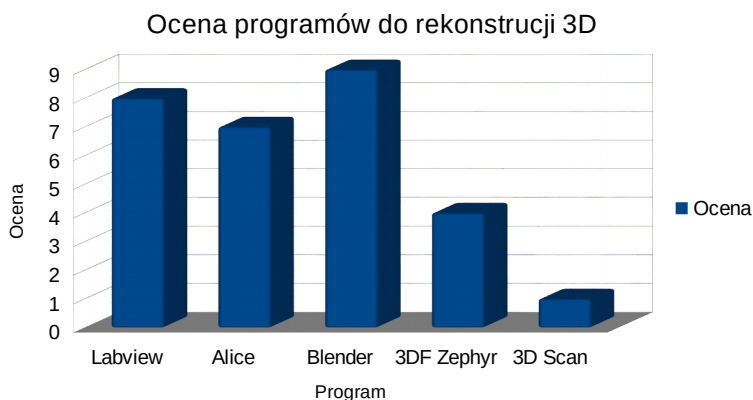
4. Oprogramowanie

Aktualnie większość oprogramowania jest testowego. Najczęściej używane programy zostały zaprezentowane w Tab. 1.

Tab. 1: Najczęściej wykorzystywane oprogramowanie i jego ocena przez użytkowników od 1 - 10

Oprogramowanie	Ocena
Labview	8
Alice	7
Blender	9
3DF Zephyr	4
3D Scan	1

Zaprezentowane wyniki zostały zaprezentowane na wykresie na Rys. 3.



Rys. 3: Histogram reprezentujący wyniki oceny programów

5. Wnioski

Globalny rynek technologii rekonstrukcji 3D jest badany dla regionu Azji i Pacyfiku, Ameryki Północnej, Europy i reszty świata. Zaobserwowano, że region Ameryki Północnej ma największy udział w globalnym rynku technologii rekonstrukcji 3D dzięki dobrze rozwiniętej infrastrukturze, zastosowaniu zaawansowanej technologii 3D w branżach takich jak budownictwo, filmy i gry, druk 3D, drony i roboty. Region Azji i Pacyfiku wyłoni się najszybciej rozwijającym się regionem ze względu na takie czynniki, jak najsilniejszy potencjał wzrostu i obecność głównego węzła produkcyjnego. Oczekuje się, że wschodzące gospodarki krajów rozwijających się, takich jak Chiny i kraje Azji Południowo-Wschodniej, będą głównym motorem wzrostu rynku. Inne czynniki, takie jak wdrażanie technologii 3D w różnych branżach, takich jak rozrywka, budownictwo, gry, opieka zdrowotna pomagają w rozwoju rynku.

6. Teza

Medycyna w przyszłości będzie się opierała na rekonstrukcji obrazu 3D

7. Bibliografia

4.Oprogramowanie

-
- [1]. Zhdanov, M. S., Lee, S. K., & Yoshioka, K. (2006). Integral equation method for 3D modeling of electromagnetic fields in complex structures with inhomogeneous background conductivity. *Geophysics*, 71(6), G333-G345.
- [2]. George, D., Lutz, J. C., Spingarn, C., Nicolau, S., & Rémond, Y. *Numerical models for medical applications: from constitutive laws of biological tissue to real time numerical tools*
- [3]. Koutsoudis, A., Vidmar, B., Ioannakis, G., Arnaoutoglou, F., Pavlidis, G., & Chamzas, C. (2014). Multi-image 3D reconstruction data evaluation. *Journal of Cultural Heritage*, 15(1), 73-79.
- [4]. Stehning, C., Börnert, P., Nehrke, K., Eggers, H., & Stuber, M. (2005). Free-breathing whole-heart coronary MRA with 3D radial SSFP and self-navigated image reconstruction. *Magnetic Resonance in Medicine: An Official Journal of the International Society for Magnetic Resonance in Medicine*, 54(2), 476-480.
- [5]. Belohlavek, M., Foley, D. A., Gerber, T. C., Greenleaf, J. F., & Seward, J. B. (1994). Three-dimensional reconstruction of color Doppler jets in the human heart. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 7(6), 553-560.
- [6]. Nam, S., Akçakaya, M., Basha, T., Stehning, C., Manning, W. J., Tarokh, V., & Nezafat, R. (2013). Compressed sensing reconstruction for whole-heart imaging with 3D radial trajectories: a graphics processing unit implementation. *Magnetic resonance in medicine*, 69(1), 91-102.

Spis Rysunków

Rys. 1: Geometria systemu stereoskopowego.....	2
Rys. 2: Proces obrazujący bijące serce w 3D.....	3
Rys. 3: Histogram reprezentujący wyniki oceny programów.....	5

Spis Tabel

Tab. 1: Najczęściej wykorzystywane oprogramowanie i jego ocena przez użytkowników od 1 - 10.....	4
--	---