

Projekta numurs: 1.1.1.2/VIAA/2/18/348

Vārds: Mosīns Budāns [*Mohcine Boudhane*]

Amats: pētnieks

Projekta nosaukums: Datorredzes algoritmu pētījums zivju analīzei ūdens vidē

Formas modelēšanas metožu izvērtējums un salīdzinošs pētījumus

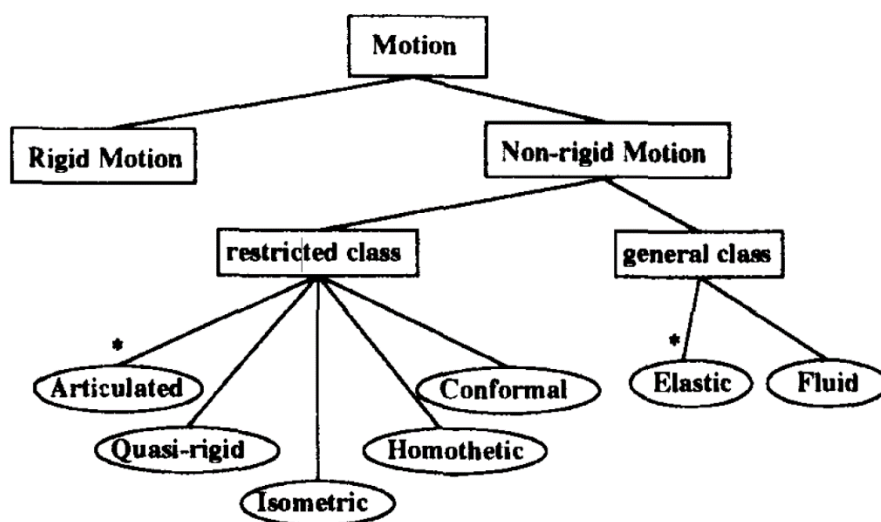
Formas analīze ir doto formu kopuma ģeometrisku īpašību analīze ar statistikas metodēm. Tā ļauj izmērīt, aprakstīt un salīdzināt objekta izmēru un formu, lai šīs īpašības varētu standartizēt. Zemūdens attēli parasti ietver sarežģītus objektus, kas pēc izskata ievērojami atšķiras cits no cita. Šajā dokumentā tiek salīdzinātas literatūrā aprakstītās, mūdienu zinātnības līmenī esošās formu modelēšanas metodes.



Struktūru atpazīšanas mērķis ir atdarināt smadzeņu sensorās uztveres aktivitātes. Pirmkārt, vizuālo un audiālo uztveri, tostarp tādu spektrālo joslu uztveri, kas cilvēkam nepiemīt (infrasarkanais starojums, radars, hidrolokators u.c.). Atpazīšanai ir nepieciešams objekta modelis. Cilvēkam šis modelis atbilst tāda objekta mentālam attēlojumam, ko iespējams apgūt, saglabājot objektu nošķirojošās raksturīgākās iezīmes. Par raksturīgajām iezīmēm var tikt izmantoti dažādi objekta atribūti: forma, krāsa, tekstūra, izmērs, tilpums, u.c.

Formas pētījumus var dēvēt par kustības analīzi. Turpmāk tiks īsi raksturotas dažādu kustības grupu definīcijas (skatīt attēlu zemāk):

- **Fiksēta kustība (*rigid motion*)** – tiek saglabāts attālums un visi leņķi, un stāvoklim nav raksturīga nefiksēta uzvedība.
- **Savienota kustība (*articulated motion*)** – tā ir daļēji fiksēta kustība. Kustībai nepakļāvīgās daļas atbilst fiksētas kustības ierobežojumiem, bet kopumā kustība nav fiksēta.
- **Gandrīz fiksēta kustība (*quasi-rigid motion*)** – deformācija ir neliela. Kopējā kustība ir daļēji gandrīz fiksēta, ja to novēro pietiekami neilgi.
- **Izometriska kustība (*isometric motion*)** – kustība, kurā tiek saglabāts attālums pret virsmu un virsmas izliekumu leņķi.
- **Homotētiska kustība (*homothetic motion*)** – kustība, kurā virsma vienmērīgi izplešas vai saraujas.
- **Konformāla kustība (*conformal motion*)** – nefiksēta kustība, kurā tiek saglabāti virsmas izliekumu leņķi, bet nesaglabājas attālums.
- **Elastīga kustība (*elastic motion*)** – nefiksēta kustība, kuras vienīgais ierobežojums ir zināma nepārtrauktības vai gluduma pakāpe.
- **Plūdena kustība (*fluid motion*)** – arī pārkāpj nepārtrauktības pieņēmumu. Tā var ietvert topoloģiskas variācijas un turbulentas deformācijas.



Ar sejas noteikšanu saistītos izaicinājumus var attiecināt uz šādiem faktoriem:

- **Poza (novietojums).** Attēli atšķiras relatīvā kameras un sejas novietojuma dēļ, un dažas detaļas, piemēram, spura vai muguras spura, ir daļēji vai pilnīgi aizsegtas.
- **Strukturālu komponentu klātbūtne vai neesamība.**
- **Zivs raksturīgās iezīmes,** tādas kā aste, galva, mute un citas, konkrētam objektam var piemist vai nepiemist, un mainīgums starp šiem komponentiem ir ļoti liels, ieskaitot formu, krāsu un izmēru.
- **Aizsegums.** Zivi var daļēji aizsegt citi objekti. Attēlā ar zivju baru dažas sejas daļēji var aizsegt citas sejas.
- **Attēla orientācija.** Zivju attēli mainās dažādiem rotācijas stāvokļiem ap kameras optisko asi.
- **Attēlveidošanas nosacījumi.** Uzņemot attēlu, sejas attēlojumu ietekmē tādi faktori kā apgaismojums (spektrs, avota spektrālais vai telpiskais sadalījums un intensitāte) un kameras pazīmes (sensora reakcija, lēcas).

Kopumā saistība starp objekta attēlojumu un sekošanas algoritmiem ir izteikta. Objekta attēlojumu metodi parasti izvēlas pēc pielietojuma. Objektus var attēlot pēc to formas un izskata.

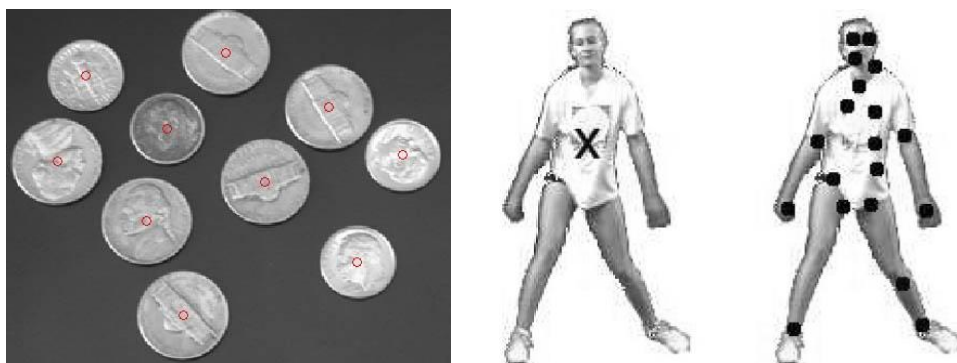


Tālāk tiks aprakstīti objektu formu attēlojumi, ko bieži izmanto turpinājumizekošanai, pēc tam tiks apskatītas biežāk sastopamās formas, bet nobeigumā – tiks raksturoti dažādi izskata attēlojumu veidi.

1. Formas attēlojums

1.1. Punkti

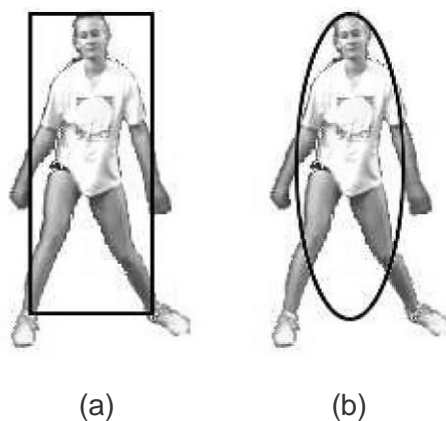
Objektu var attēlot ar punktu. Punkts ir tikai konkrēta objekta smaguma centrs, tāpēc objektu var attēlot ar punktu kopumu. Attēlojums ar punktiem ir piemērots, lai izsekotu objektiem, kas attēlā aizņem nelielu laukumu.



1. attēls. Objektu attēlojums ar punktiem

1.2. Vienkārša ģeometriskā figūra:

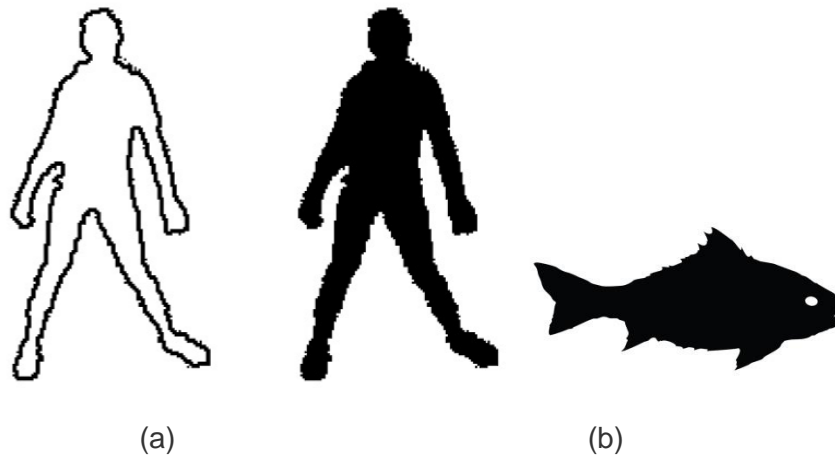
Objekta formu attēlo ar vienkāršu ģeometrisku figūru, piemēram, taisnstūri, elipsi vai citu. Šādā gadījumā objekta kustības attēlojumu parasti modelē ar afīnu transformāciju (homogrāfiju). Primitīvas ģeometriskas figūras ir piemērotākas vienkāršu fiksētu objektu attēlošanai, tāpat tās izmanto nefiksētu (*non-rigid*) objektu izsekošanai.



2. attēls. Objektu attēlojums ar (a) taisnstūri un (b) elipsi

1.3. Objektu kontūra un siluets

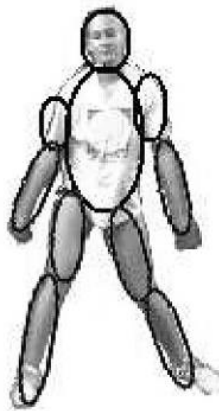
Attēlojums ar kontūru nosaka objekta robežas. Reģionu kontūras iekšpusē sauc par objekta siluetu. Attēlojums ar siluetu un kontūru ir piemērots sarežģītu nefiksētu formu izsekošanai.



3. attēls. Objekta attēlojums (a) ar kontūru un (b) siluetu

1.4. Savienotu formu modeļi

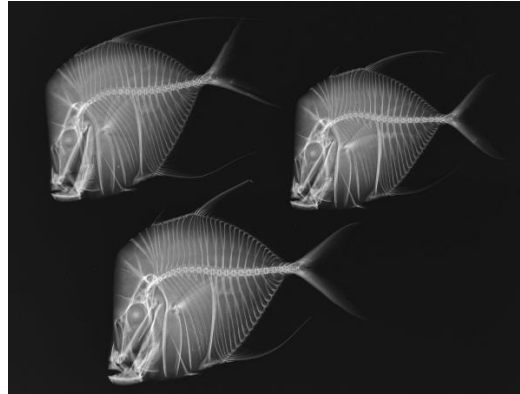
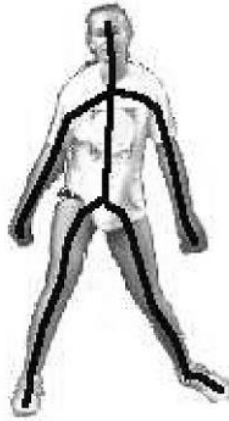
Savienotus objektus veido ķermeņa daļas, ko savieno locītavas. Piemēram, cilvēka ķermenis ir savienots objekts, kas sastāv no torša, kājām, rokām, galvas un pēdām, ko savieno locītavas. Attiecību starp daļām nosaka kinemātiski kustības modeļi. Lai attēlotu savienotu objektu, to veidojošos elementus var modelēt, izmantojot cilindrus un elipses (skatīt 4. attēlu).



4. attēls. Savienotu formu modelis

1.4. Skeletveida modeļi

Objekta skeletu var iegūt, objekta siluetam veicot mediānas ass transformāciju. Šādu modeļi parasti izmanto kā formas attēlojumu objektu atpazīšanai. Skeletveida attēlojumu var izmantot, lai modelētu gan savienotus (*articulated*), gan fiksētus (*rigid*) objektus.



4. attēls. Skeletveida modeļi

Pamatojoties uz iepriekš aprakstītajām metodēm, 1. tabulā sniegti literatūras avoti zivju modelēšanas jomā.

Authors	Applications / Domain / Features	Method	Dataset	Performance metrics/ (Results)	Advantages	Limitations
Hu et al.	Classifying and retrieval / Fish / Color and Texture	Color: HSV Texture: greyscale histogram (GH) and gray level co-occurrence matrices (GLCMs) Classifier: one-against-one algorithm based Directed Acyclic Graph Multi-class Support Vector Machine (DAGMSVM)	Six freshwater fish that is common in China	Average classification accuracy/ (97.77%)	The retrieval accuracy improved when the color properties added to the gray images.	Photographed certain part of fish. Did not consider shape feature.
Zheng, Zhong and Zhang	Recognition and retrieval / Fish / Shape and Texture	Morphological and Lexion ontology services	Twelve species of fish image	No result and performance metrics since the system only applied the method, and adopted web service ontology to make it global.	This study shows that although two images have different color, but the matching rate is high.	Only consider the side view of fish image with clean background and good illumination. Did not consider color feature.
Yao, Duan, Li and Wang	Segmentation and retrieval / Fish / Shape	Improved K-means clustering segmentation algorithm and mathematical morphology	Random natural images.	Compare Improved K-means clustering segmentation algorithm with Canny edge detection, Otsu, level set segmentation, EM clustering segmentation algorithm and traditional K-means clustering segmentation algorithm. The accuracy depends on which segmentation method is able to present more complete image. Result: Improved K-means clustering algorithm, the target image is more complete.	The proposed method can solve the difficulty of fish image segmentation in complex background.	The method is tested with different value of k for different images, but did not mention what value is the best for fish that can be applied for large databases.
Wang, Ji, Liang and Yuan	Identification and retrieval / Butterfly / Shape, Color and Texture	Color: But2fly Shape: Traditional shape extraction method based on geometric features Texture: Local binary pattern Similarity measure: Euclidean distance	Monographia Rhopalocero m Sinesium, Taiwan University Insect Museum Digital Archives Project and Insect Observation at Sishou Hills and Jingshan School	Compare the accuracy between species of the dataset by determining which species is able to give higher number of accurately retrieved images. Features: Shape, followed by color and texture is important for identification. Similarity measure: Play less important role than features.	Butterfly categorized as complex image as fish. The method used might be suitable for fish.	Database consists of good illumination image with clear background. The image is taken under controlled environment.

1. tabula. Literatūrā atspoguļotās zivju modelēšanas metodes

Diskusija

Zivju formu modelēšana ir izaicinājumiem bagāta un interesanta joma. Tomēr tā ir arī mēģinājums risināt datorredzes izaicinājumus, proti, objektu grupu atpazīšanu. Zivīm piemīt liela formu, krāsu un citu lielumu dažādība to daudzo indivīdu, nefiksētības (*non-rigidity*), astes formas īpatnību dēļ, kā arī novietojuma un pašas vides dēļ. Attēli tiek veidoti mainīgā apgaismojumā un 3D pozīcijā; bieži vien fonā atrodas citi objekti. Tādējādi zivju formas modelēšanas pētījums saskaras ar visa veida izaicinājumiem, kas atrodami objektu grupu atpazīšanas jomā. Tomēr zivju sugām piemīt arī izteiktas pazīmes (likumsakarības), ko var izmantot, pielietojot heuristikas vai modeļos balstītas metodes, vai apgūt ar datu metožu palīdzību.

Atsauces

J. K. Aggarwal, Q. Cai, W. Liao and B. Sabata, "Articulated and elastic non-rigid motion: a review," *Proceedings of 1994 IEEE Workshop on Motion of Non-rigid and Articulated Objects, Austin, TX, USA, 1994*, pp. 2-14. doi: 10.1109/MNRAO.1994.346261

Yilmaz, A., Javed, O., and Shah, M. 2006. *Object tracking: A survey*. *ACM Comput. Surv.* 38, 4, Article 13 (Dec. 2006), 45 pages. DOI = 10.1145/1177352.1177355
<http://doi.acm.org/10.1145/1177352.1177355>

J. Hu, D. Li, Q. Duan, Y. Han, G. Chen, and X. Si, "Fish Species Classification by Color, Texture and Multi-class Support Vector Machine using Computer Vision," *Computer Electronic in Agriculture*, vol. 88, pp. 133–140, 2012.

X. Zheng, J. Zhong, and Y. Zhang, "A SOA-based Fish Recognition System Prototype," pp. 66–69, 2011.

H. Yao, Q. Duan, D. Li, and J. Wang, "An Improved K-means Clustering Algorithm for Fish Image Segmentation," *Mathematical and Computer Modelling*, vol. 58, no. 3–4, pp. 790–798, 2013.

J. Wang, L. Ji, A. Liang, and D. Yuan, "The Identification of Butterfly Families using Content-based Image Retrieval," *Biosystem Engineering*, vol. 111, no. 1, pp. 24–32, 2012.