

УДК004.582

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗАПОВНЕННЯ БАЗИ ДАНИХ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ ЛЮДИНИ НА ОСНОВІ ІНФРАЧЕРВОНОГО СЕНСОРУ РУХУ *MS KINECT*

Волков Альберт Сергійович

к.т.н., доцент каф. ІС Блажко Олександр Анатолійович  
Національний університет «Одеська політехніка», УКРАЇНА

**АНОТАЦІЯ.** В роботі представлено алгоритм обробки даних з інфрачервоного сенсора *MS Kinect* для автоматизованого заповнення бази даних фізичних вправ людини на прикладі стилів спортивного плавання «Брас», «Кріль» та «Батерфляй». Наведено приклади заповнення реляційної бази даних.

**Вступ.** В роботі [1] було описано прототип комп'ютерної гри "Лети, Пташко!", яка використовує інфрачервоний сенсор руху *MS Kinect* та заохочує гравця махати верхніми кінцівками для успішного прольоту пташки через перешкоди лабіринту. Але опис вправ було зафіксовано в програмному коді *C#Unity3D* без можливості редагування зовні через базу даних. Тому в роботі [2] була реалізована можливість редагувати алгоритм контролю рухів людини через реляційну базу даних, перетворивши гру у програмну систему. Із системою було проведено тестування роботи комп'ютерної гральної системи з інфрачервоним сенсором руху *MS Kinect* на прикладі декількох стилів спортивного плавання [3]. В той же час, процес редагування бази даних залишився складним для не програмістів, що обмежує можливість користування системою.

**Метою роботи** стала автоматизація заповнення бази даних фізичних вправ людини через попередню обробку даних руху суглобів людини з інфрачервоної сенсору руху *MS Kinect*.

**Основна частина роботи.** В роботі [2] фізичні вправи представлено у вигляді впорядкованої множини динамічних жестів (*Dynamic Gesture, DG*) як пар двосуглобових статичних жестів (*Static Gesture, SG*), які визначаються умовою співвідношення просторового розташування суглобів скелета людини у просторі координат (*X, Y, Z*). *MS Kinect v. 2.0* описує скелет людини 26 суглобами. На рисунку 1 показано статичні жести людини, яка пливе у стилі «Брас», «Батерфляй» та «Кріль», але з урахуванням лише верхніх кінцівок з умовним розташуванням камери зверху, тому що рухи нижніх кінцівок не будуть розпізнаватися камерою.

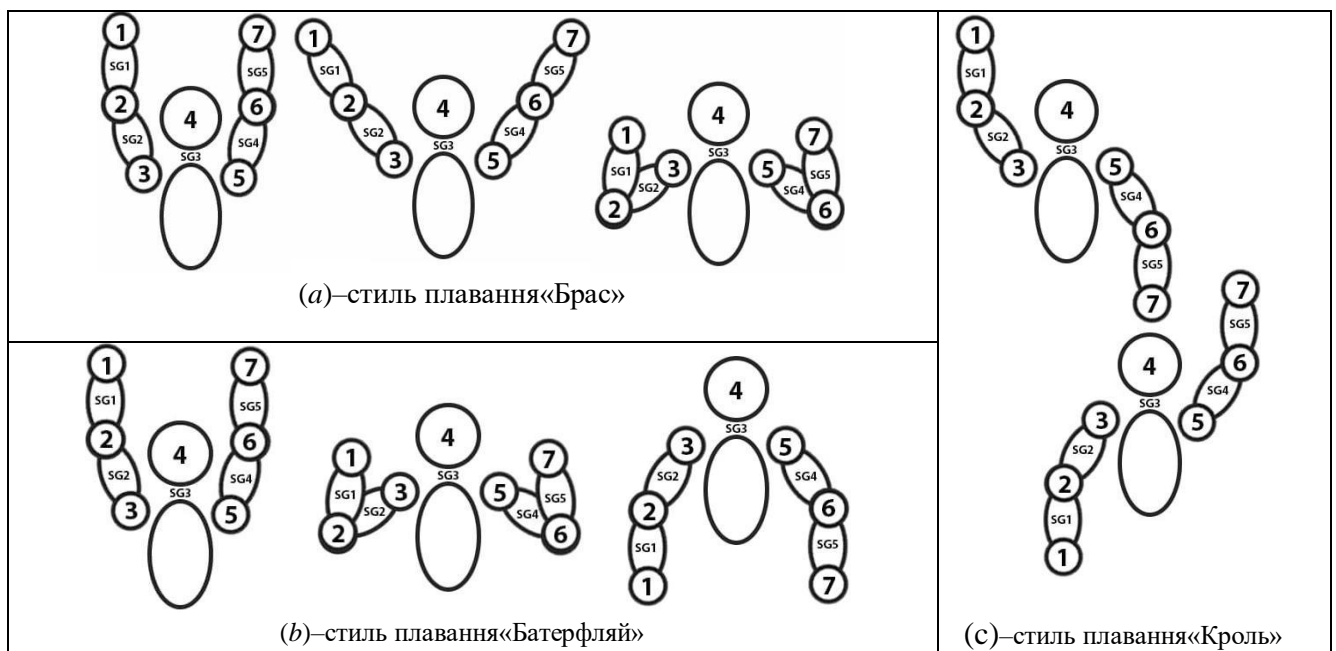


Рисунок 1–Приклад розташування суглобів та статичних жестів (*SGi*) на тілі людини, яка пливе в 3-хстилях

Алгоритм автоматизованого заповнення бази даних фізичних вправ людини містить наступну послідовність кроків.

Крок 1. Запис через інфрачервоний сенсор руху *MS Kinect* даних по розташуванню суглобів людини в просторі та їх зберігання у формі асоціативного масиву *JointPosition*, який має наступні елементи: *jointName* – назва суглоба, *xPosition* – *x* координата, *yPosition* – *y* координата, *zPosition* – *z* координата. Захоплення опису розташування суглобів робиться кожні 0.3 секунди, що було визначено за урахуванням середньої швидкості виконання вправ людини [4]. В подальшому виконується перетворення масиву в *json*-файл за урахуванням майбутніх програмних реалізацій алгоритму обробки.

```
{
  "jointName": "Head",
  "xPosition": 0.2888734,
  "yPosition": 0.0542295054,
  "zPosition": 0.7289856
},
{
  "jointName": "Neck",
  "xPosition": 0.225601748,
  "yPosition": -0.0122588454,
  "zPosition": 0.819075048
},
{
  "jointName": "SpineShoulder",
  "xPosition": 0.20353891,
  "yPosition": -0.0277446844,
  "zPosition": 0.884171247
},
{
  "jointName": "SpineMid",
  "xPosition": 0.182754561,
  "yPosition": -0.155107737,
  "zPosition": 0.9885823
},
```

Рисунок2–Фрагмент json-файлу з розташуванням суглобів людини

Крок 2. Обирання фахівцем суглобів, за якими відбуватиметься спостереження (суглоби спостереження). Наприклад, на рисунку 1 фахівець може обрати суглоби з номерами 1, 2, 3...

Крок3.Порівняння суглобів спостереження позначенням координат(*xPosition,yPosition,zPosition*)асоціативного масиву з усіма іншими суглобами тіла людини. Для кожної координати через евклідову відстань ( $d = \sqrt{((q2-q1)^2)}$ , де *q* це відповідна координата, знаходиться найближчий суглоб, після чого значення суглоба спостереження порівнюються з найближчим суглобом по координаті. В результаті відбувається запис в новий асоціативний масив *Gesture*, який має наступні елементи: *Skeleton1* – назва суглоба спостереження, *Skeleton2* – назва найближчого суглоба, *Coordinate* – координата *q*, *Condition* – порівнюється значення координат (*xPosition, yPosition, zPosition*) з координатами найближчого суглобу. Для кожної координати перевіряється умова *Skeleton1.qPosition op Skeleton2.qPosition*, де *op* = {>, <, =}. Якщо значення знаходиться в межах похибки(може змінюватися фахівцем)позиції присвоюється значення«=». *OrderPosition* – номер позиції, який визначається автоматично на основі послідовності даних асоціативного масиву *JointPosition*.

Крок 4. Додавання опису асоціативного масиву в список та повторний перехід до кроку3 до завершення процесу перегляду всіх елементів асоціативного масиву.

Крок 5. Видалення елементів масиву які ідуть підряд.

Крок 6. Перетворення списку з послідовністю асоціативних масивів в рядки реляційної таблиця «*Exercise\_Gesture*», «*Exercise*», «*Gesture*».

Table «Gesture»				
Id	Skeleton1	Skeleton2	Condition	Coordinate
1	ElbowLeft	Neck	>	Y
2	ElbowRight	Neck	>	Y
3	WristLeft	ElbowLeft	=	X
4	WristRight	ElbowRight	=	X
5	WristLeft	ElbowLeft	>	Y
6	WristRight	ElbowRight	>	Y
7	WristLeft	ElbowLeft	>	X
8	WristRight	ElbowRight	>	X
9	ElbowLeft	ShoulderLeft	<	Y
10	ElbowRight	ShoulderRight	<	Y
11	WristLeft	ElbowLeft	<	Y
12	WristRight	ElbowRight	<	Y

Table «Exercise_Gesture»		
Id_exercise	Id_gesture	OrderPosition
1	1	1
1	3	2
1	5	3
1	7	4
1	9	5
1	11	6
1	2	1
1	4	2
1	6	3
1	8	4
1	10	5
1	12	6

Table « Exercise »		
Id	Name	Description
1	Breast Stroke	Swim Style

Рисунок3–Приклад заповнення таблиць БД для стилю плавання«Брас»

Запропонований алгоритм було реалізовано на мові програмування *C#*, під керуванням СКБД *MS SQL Server*, *IIS* – локальний сервер, було використано фреймворк *ASP.NET* і рушії *Unity3D*.

**Висновки.** Аналіз процесу визначення статичних жестів та їх об'єднання у динамічні жести для кожного стилю плавання показав, що він може стати обмеженням при використанні системи експертом без знань особливостей її роботи. Тому були розроблені алгоритми автоматизації через комп'ютерний аналіз відеоряду з інфрачервоного сенсору руху *MSKinect* та виділення множини кадрів відносного розташування суглобів людини у просторі. Також було виділено кадри, для яких перехід між статичними жестами буде мати мінімальну похибку значень координат  $(x,y,z)$  для порівнюваних пар суглобів, та збереження координат для всіх суглобів. В результаті виконання алгоритму автоматично заповнюється база даних таблиці жестів. Подальші дії: поки що в програмі відсутня реалізація кроку 5 алгоритму.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Блажко О.А., Волков А.С., Гергель Д.О. Аналіз сценаріїв використання технології контролю руху людини для фізично-оздоровчих вправ// *ModernInformationTechnology2021 = Сучасні інформ. технології 2021* : матеріали одинадцятої Міжнарод. наук. конф. студентів та молодих учених / Держ. ун-т «Одес. політехніка». – Одеса, 2021. – С. 78–79.– URL : <http://dspace.opu.ua/jspui/handle/123456789/11792>
2. Блажко О.А., Волков А.С. Структурна модель опису рухів людини з урахуванням роботи інфрачервоного сенсору MS Kinect // *Project, Program, Portfolio Management. РЗМ-2021: Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції*. – Том1. – Одеса : ІШІР, 2021. – С.136-139–URL:<https://bit.ly/3LeMjrx>
3. Волков, А., Блажко О. Тестування комп'ютерної гральної системи з інфрачервоним сенсором руху MS KINECT на прикладі стилів спортивного плавання // *Матеріали Дванадцятої Міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених "Сучасні інформаційні технології-2022" "ModernInformationTechnology-2022"* (19-20 травня 2022р., м. Одеса) / МОН України; Державний університет "Одеська політехніка"; Ін-т комп'ют. систем. – Одеса : Наука і техніка, 2022. – С. 103-104.
4. Відео-запис демонстрації роботи системи на прикладі гри «Лети, Пташко!» для різних стилів плавання. URL : <https://bit.ly/3sXRzKX> (дата звернення – 05.05.2022)

### AUTOMATION OF COMPLETING THE DATABASE OF HUMAN PHYSICAL EXERCISES BASED ON THE INFRARED MOTION SENSOR MS KINECT

Albert Volkov

Ph.D., associate professor of IS Oleksandr Blazhko  
Odesa Polytechnic National University, UKRAINE

**ANNOTATION:** The paper presents the testing of the algorithm for processing raw data and automating the filling of the database of human physical exercises using the example of sports swimming styles "Breaststroke", "Kroll" and "Butterfly". Based on the results of the testing, recommendations were provided for the further development of the system, which should reduce the complexity of setting up the exercise description database.