

Agata GUZIK, Katedra Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

Marcin KOŁODENNY, Studenckie Koło Biomechaniki przy Katedrze Mechaniki Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice

ANALIZA RYNKU SYSTEMÓW POMIAROWYCH WYKORZYSTYWANYCH W BADANIACH Z ZAKRESU BIOMECHANIKI

Streszczenie. Niniejsze opracowanie miało na celu przedstawienie wybranych systemów stosowanych do trójwymiarowej analizy ruchu z wykorzystaniem najnowocześniejszych kamer. W pracy przedstawiono oferty czterech producentów systemów, takich jak: BTS, VICON, APAS oraz SIMI MOTION proponujących swoje systemy na naszym rynku. W dalszej części, dokonano analizy porównawczej przedstawionych systemów, oraz przeprowadzono badania ankietarskie dotyczące ich wykorzystania przez krajowe jednostki naukowe.

1. WSTĘP

Praca miała na celu przybliżenie tematyki badań biomechanicznych z wykorzystaniem techniki wideorejestracji. Postęp techniczny na przestrzeni ostatnich 40-tu lat miał ogromny wpływ na rozwój metod badań związanych z rejestracją ruchu człowieka. Metoda ta znajduje coraz szersze zastosowanie w wielu dziedzinach życia człowieka. Wielu z nas nie zdaje sobie sprawy z tego, jak narzędzia do analizy ruchu za pomocą nowoczesnych kamer ułatwiają pracę lekarzom różnych specjalności, trenerom rozmaitych dyscyplin sportowych, oraz firmom tworzącym wirtualną rzeczywistość, którą mamy możliwość podziwiać na małym i dużym ekranie.

Ze względu na znacznie ograniczoną dostępność materiałów w języku polskim, niniejsza praca stanowi źródło informacji na temat, przedstawionych w niej systemów, a przeprowadzona analiza porównawcza może być pomocna w dokonaniu odpowiedniego wyboru według potrzeb każdego klienta.

2. SYSTEMY DO ANALIZY RUCHU

Biomechanika zainteresowana jest ludzkim chodem z dwóch głównych powodów. Pierwszym jest zdobywanie istotnych informacji o trwałości i sztywności ludzkich stawów oraz bezpośrednich skutkach urazów w sporcie i życiu codziennym. Drugim, używanym w rehabilitacji, jest obserwacja skutków procesu zdrowienia po przebytych urazach [1].

Analiza chodu służy do wyboru odpowiedniego dla pacjenta sposobu leczenia bądź terapii (np. optymalny kąt protezy lub implantu), albo może dać pogląd na neurologiczną lub patologiczną skuteczność leczenia [2].

Obecnie, istnieje wiele wysoko wyspecjalizowanych systemów, które pozwalają biomechanikom na sprawne pozyskiwanie wyników analiz poprzez automatyczne obliczanie różnicy położenia w stosunku do układu odniesienia kamery.

2.1. System BTS Smart

System BTS Smart to specjalistyczny precyzyjny system do trójwymiarowej analizy ruchu człowieka. Stanowi on kompletny system do odbierania i analizowania sygnałów wykorzystując przesyłanie sygnałów w podczerwieni i technologię optoelektroniczną. System może być skonfigurowany z 1-9 nowoczesnych kamer, które mogą pracować z częstotliwością 50/60/120/240 Hz. Ilość urządzeń w zestawie uzależniona jest od wymagań oraz zakresu badań, jakie planuje przeprowadzać jednostka kupująca dany system [4,7]. Na rysunku 2.1 przedstawiono urządzenia systemu BTS Smart.



Rys. 2.1. Urządzenia systemu BTS Smart [7]

2.2. System VICON

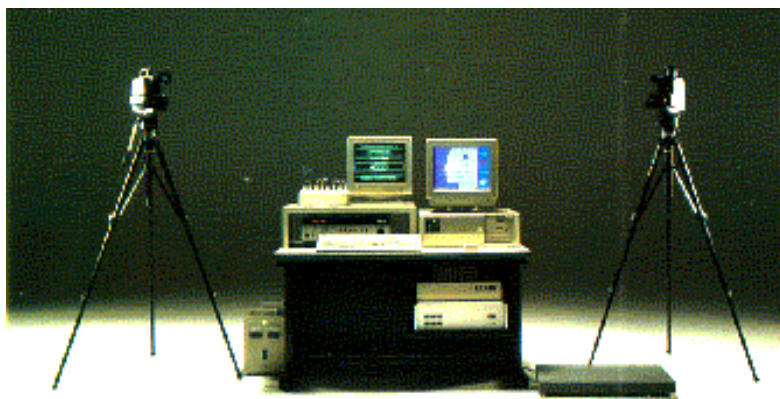
System Vicon umożliwia przestrzenną wizualizację współpracy układów kostnego i mięśniowego, która jest otrzymywana poprzez rejestrację, rozmieszczonych na ciele badanego biernych retrorefleksyjnych markerów za pomocą optycznych kamer cyfrowych o rozdzielczości do 4 milionów pikseli [3]. Każda kamera wyposażona jest w procesor, a zatem część wstępnego przetwarzania odbywa się już w kamerze. Następnie zarejestrowany obraz jest integrowany z sygnałami analogowymi i tak trafiają do komputera obliczeniowo-sterującego [9]. Rysunek 2.2 prezentuje przykładowe stanowisko do rejestracji ruchu z wykorzystaniem systemu Vicon.



Rys. 2.2. Przykładowe stanowisko do rejestracji ruchu za pomocą systemu VICON [9]

2.3. System APAS

System APAS jest systemem do trójwymiarowej analizy ruchu składającym się z maksymalnie sześciu cyfrowych kamer wideo przekazujących zarejestrowany obraz bezpośrednio na dysk komputera. System synchronizuje sygnały ze wszystkich kamer rejestrujących ruch, dołączając do całości danych jednocześnie zapisywany dźwięk. System APAS oprócz kamer składa się z najnowocześniejszego komputera z zainstalowanymi modułami oprogramowania wykorzystywanego do zbierania danych, przetwarzania wideo analizy oraz przedstawiania wyników w postaci raportów [6]. Przykładowy zestaw urządzeń do rejestracji ruchu za pomocą systemu APAS ukazano na rys. 2.3.



Rys. 2.3. Zestaw urządzeń systemu APAS [6]

2.4. System SIMI MOTION

System pozwala na rejestrację parametrów ruchu człowieka z częstotliwościami 50, 100, 150 i 200, a nawet 300 Hz. W pełni zintegrowany system Simi Motion wykorzystuje najczęściej 6 kamer optycznych, okablowanie i komputer (stacjonarny lub przenośny) z zainstalowanym oprogramowaniem [8]. Informacje ze wszystkich kamer oraz dane analogowe docierają do jednostki w tym samym czasie, co pozwala na podjęcie natychmiastowej analizy. Istnieje możliwość wykupienia licencji zezwalającej na obserwowanie analizy wideo na dodatkowych 4-6 komputerach stacjonarnych [8]. Urządzenia wchodzące w skład standardowego systemu Simi Motion przedstawiono na rys. 2.4.



Rys. 2.4. Urządzenia systemu SIMI MOTION [8]

3. PORÓWNANIE OPISANYCH SYSTEMÓW DO ANALIZY RUCHU

Systemy stosowane do trójwymiarowej analizy ruchu pozwalają dokonywać szeroko pojętej oceny biomechanicznej człowieka. Pozwalają na kompleksową ocenę współpracy biernego i czynnego układu ruchu. Pomimo, iż są pracochłonnymi narzędziami, coraz częściej znajdują swoich zwolenników w ośrodkach badawczych, jednostkach naukowych i wielu innych instytucjach na całym świecie [5].

Tabela 1. Ogólne zestawienie porównawcze opisanych systemów do analizy ruchu

System Cechy	BTS	VICON PEAK	APAS	SIMI MOTION
Kraj producenta	Włochy	Anglia / USA	USA	Niemcy
Częstotliwość próbkowania [Hz]	50 ÷ 240	60 ÷ 480	25 ÷ 240	50 ÷ 300
Rozdzielczość kamer: piksele / klatki (najczęściej)	640 x 480 / ?	1000 x 1000 / max 10000	720 x 480 / ?	1024 x 1024 / 462, 1024 x 512 / 923, 1024 x 256 / 1825
Liczba / rodzaj markerów	Dowolna / bierne	Dowolna / bierne	? / bierne / kolorowe	max 200 / bierne
Korzystanie z platform dynamometr.	TAK	TAK	TAK	TAK
Możliwość rejestracji sygnałów EMG	TAK	TAK	TAK	TAK
Pomoc ze strony producenta	Wprowadzana usługa on-line	Pomoc on-line	Instrukcje	Instrukcje
Ilość kamer	1 ÷ 9	1 ÷ 8	1 ÷ 6	1 ÷ 6

Obecne na rynku systemy dysponują bardzo podobnymi możliwościami technicznymi. Aktualnie producenci systemów do analizy ruchu większy nacisk kładą na rozbudowę dotychczasowych podsystemów, ulepszanie tych istniejących oraz tworzenie nowych, znacznie prostszych w użyciu i oferujących przeprowadzenie dokładniejszej analizy.

4. BADANIA ANKIETERSKIE

Na potrzeby dokonania przeglądu wykorzystania systemów do analizy ruchu opracowano ankietę, którą rozesłano do wybranych jednostek naukowych w kraju. Wśród badanych jednostek naukowych znalazły się Uczelnie Sportowe reprezentowane przez Akademie Wychowania Fizycznego, Uczelnie Techniczne przedstawicielami, których były Politechniki, oraz jednostki około naukowe takie jak: Centrum Zdrowia Dziecka w Warszawie i Instytut Sportu w Warszawie. W ankiecie pytano między innymi o to: jaki system jest przez daną jednostkę wykorzystywany?, do jakiego typu badań?, od jak dawna?, a na koniec poproszono o krótką opinię na temat stosowanego systemu.

5. WYNIKI I WNIOSKI Z PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Na podstawie przeprowadzonych badań ankietarskich, dotyczących wykorzystania przez jednostki naukowe w kraju systemów do analizy ruchu, można stwierdzić, iż podstawową barierą do posiadania jednego z tych systemów stanowi cena.

Tabela 2. Zestawienie wyników badań ankietarskich na uczelniach sportowych

Miejscowość \ Jednostka	AWF-y
Biała Podlaska	APAS (pożyczony)
Gdańsk	BANAL / API
Katowice	* BTS
Kraków	VICON
Poznań	analiza ofert producentów
Warszawa	APAS
Wrocław	SIMI MOTION

* - informacja uzyskana telefonicznie.

Na podstawie tabeli 2 stwierdzono, że każdy z czterech opisanych w pracy systemów znalazł swoje zastosowanie na uczelniach sportowych. Świadczy to o tym, że uczelnie te nie boją się inwestować sporych kosztów w bardzo drogi sprzęt do analizy ruchu. Tabela 3 ukazuje wyniki ankiety przeprowadzonej na uczelniach technicznych.

Tabela 3. Zestawienie wyników badań ankietarskich na uczelniach technicznych

Miejscowość \ Jednostka	POLITECHNIKI
Białystok	BTS
Częstochowa	* -
Gdańsk	własne
Gliwice	APAS
Katowice	brak danych
Kielce	* -
Kraków	VINanalize
Lublin	PULS
Łódź	własne
Poznań	-
Rzeszów	* -
Szczecin	* -
Warszawa	TpsDig
Wrocław	SIMI MOTION (pożyczony)

- brak informacji o stosowanych systemach, * - informacja uzyskana telefonicznie.

Powyższe dane nie są już tak zadowalające jak na Akademiach Wychowania Fizycznego, ponieważ zdecydowana większość uczelni technicznych nie posiada komercyjnego systemu do analizy ruchu. Tylko nieliczne z nich (Politechnika Białostocka i Politechnika Śląska) posiadają jeden z tych systemów na własność.

Opisane w pracy systemy są dla zdecydowanej większości uczelni pewnego rodzaju nowością. Powodem tego jest brak dostępu do informacji o takich systemach w języku polskim, oraz niewielka liczba firm dystrybuujących dane produkty na naszym rynku.

Przedstawione w niniejszej pracy systemy do analizy ruchu znajdują swe zastosowanie najczęściej w badaniach klinicznych do analizy chodu, do badania dysfunkcji narządu ruchu w schorzeniach neurologicznych i ortopedycznych, oraz do monitorowania postępów procesu rehabilitacji. Równie często znajdują swe zastosowanie w rozmaitych dziedzinach sportu, a przede wszystkim wspomagają trenerów w doskonaleniu techniki ruchu sportowca.

W zależności od ilości wejść analogowych istnieje możliwość podłączenia do każdego ze wspomnianych systemów urządzeń zewnętrznych. W większości przypadków są to urządzenia do pomiaru EMG, służące do badania czynności elektrycznej mięśni oraz platformy dynamometryczne do badania sił reakcji podłoża. Mogą to być również dowolne urządzenia, które dostarczą nam dodatkowych informacji na temat badanego.

Na podstawie zdobytych informacji na temat tych systemów oraz przeprowadzonych badań ankierskich stwierdzono, że rynek systemów do analizy ruchu znajduje się w ciągłym rozkwicie. Zaobserwowano również, rosnące zapotrzebowanie na tego typu aparaturę pomiarową, co stwarza doskonałe warunki firmom zajmującym się ich dystrybucją.

LITERATURA

- [1] Bontrager E.L.: Instrumented Gait Analysis Systems. Gait Analysis in the Science of Rehabilitation. Monograph 002, 1998.
- [2] Doński D.: Biomechanika ćwiczeń fizycznych. Wydawnictwo Sport i Turystyka, 1963.
- [3] Krawczyk M., Lizak A., Chwała W.: Materiały XIII szkoły biomechaniki. Wybrane problemy badania i fizjoterapii chorych ze spastycznością. Praca pod redakcją Lechosława B. Dworaka, Seria: Monografie Nr 330, AWF Poznań, 1996.
- [4] Materiały informacyjne firmy Technomex Sp. z o.o.
- [5] Mirek E., Chwała W., Longawa K., Rudzińska M., Adamkiewicz P., Szczudlik A.: Materiały XIII szkoły biomechaniki. Przydatność trójwymiarowej analizy lokomocji dla usprawniania ruchowego metodą Proprioceptive Neuromuscular Fascilitation chorych na chorobę Parkinsona. Praca pod redakcją Lechosława B. Dworaka, Seria: Monografie Nr 330, AWF Poznań, 1996.
- [6] www.arielnet.com
- [7] www.bts.it
- [8] www.simi.com
- [9] www.vicon.com

ANALYSIS OF MARKET OF MEASURING SYSTEMS USED IN BIOMECHANICAL RESEARCH

Abstract. The aim of this work was to present selected systems, used in three dimensional analysis of motion. Such systems as: BTS, VICON, APAS and SIMI MOTION, proposed on home market were presented in the paper. Comparative analysis of described systems as well as the public opinion survey concerning usage of the systems in home research and scientific institutes were done.