

DYNAMIC VISUALIZATION SUPPORTING IN SOLVING THE SPATIAL ISSUES

Summary

The paper presents the support system for solving spatial issues. It allows the observation of solids from any direction. The system shows the formation of common parts line of two solids in projection on different view plane.

Key words: solids; intersection of solids; axonometric projection; software; programming; 3 D

DYNAMICZNA WIZUALIZACJA WSPOMAGAJĄCA ROZWIĄZYWANIE WYBRANYCH ZAGADNIĘ PRZESTRZENNYCH

Streszczenie

Przedstawiono system wspomagający rozwiązywanie zagadnień przestrzennych. Umożliwia on obserwację brył z dowolnych kierunków. Pokazuje powstawanie linii przenikania brył w rzucie na dowolną rzutnię.

Słowa kluczowe: bryły; przenikanie brył; rzut aksonometryczny; oprogramowanie; programowanie; 3D

1. Wstęp

Język inżynierski, jakim posługują się między innymi konstruktorzy, ma na celu precyzyjne przekazanie informacji dotyczących zagadnień przestrzennych. Dlatego niezastąpionym narzędziem, służącym do przekazywania informacji inżynierskiej, jest grafika. Ta sama informacja przekazana za pomocą tekstu może pochłonąć bardzo dużo pamięci i być niezrozumiała. Częstym sposobem przekazywania informacji dotyczących przestrzeni (3D) jest wizualizacja na płaszczyźnie (2D). Zmusza to człowieka do tworzenia w wyobraźni obrazu przestrzennego tworów przedstawionych na płaszczyźnie kartki lub monitora komputerowego. Jedynie fizyczne modele przestrzenne oraz obrazy holograficzne nie wymagają angażowania wyobraźni przestrzennej, gdyż same są prezentacją przestrzenną.

Współczesna, zaawansowana technika ułatwia powstawanie w umyśle obrazów przestrzennych tworząc namiastkę tych obrazów. Dokonuje się tego poprzez oszukanie zmysłów, dostarczając różnych obrazów do każdego oka, za pomocą okularów filtrujących płaski obraz, przedstawiony na kartce lub ekranie.

Naturalne zdolności człowieka do tworzenia w wyobraźni obrazów przestrzennych mogą być wspomagane poprzez dostarczenie informacji za pomocą jak największej liczby płaskich obrazów tworzących przestrzennego.

2. Cel pracy

Celem pracy było utworzenie systemu wspomagającego rozwiązywanie wybranych zagadnień przestrzennych i rozwijanie wyobraźni przestrzennej. System ma umożliwić obserwację wybranych brył przestrzennych z dowolnych kierunków. System przeznaczony jest dla studentów studiów inżynierskich, szczególnie w obszarze Inżynierii Rolniczej.

3. Budowa systemu

Do wytworzenia aplikacji wykorzystano języki programowania XHTML, CSS, ActionScript 3.0, JavaScript. Dla

języka ActionScript 3.0 wybrano środowisko programistyczne Adobe Creative Suite 3.0, zaś dla pozostałych technologii wystarczające okazało się skorzystanie ze standardowego Notatnika systemu Windows Vista.

Szkielet struktury strony został zbudowany z wykorzystaniem znaczników języka HTML o nazwie <div>. Poniżej przedstawiono strukturę, na której opierają się wszystkie pod strony serwisu.

```
<body>
<div id="container">
<div id="header">
</div><!-- END #header -->
<div id="navigation">
</div><!-- END #navigation -->
<div id="flashcontent">
<div id="footer">
</div><!-- END #footer -->
</div><!-- END #flashcontent -->
</div><!-- END #container -->
</body>
```

Rozmieszczenie elementów na stronie oraz pozostałe jej parametry zapisane są w zewnętrznym pliku CSS pod nazwą `moj_styl.css`. Na przykład styl przypisany do sekcji <body> ma postać następującą:

```
body {
background: url('tlo1.gif');
background-repeat:repeat-x;
background-color: #2F2F2F;
text-align: center;
margin: 0 auto;
}
```

Widać tutaj dyrektywy, które użyto do wypełnienia stron gradientem oraz wycentrowania strony zarówno w przeglądarce Internet Explorer, jak i Mozilla Firefox, czy Opera.

Wewnątrz znacznika <div id="flashcontent"> zamieszczony zostaje skrypt, którego definicja znajduje się w pliku zewnętrznym `swfobject.js`. Skrypt ten podłączany jest do każdej pod strony i wywoływany jest za każdym razem, gdy uruchamiana jest aplikacja Flash.

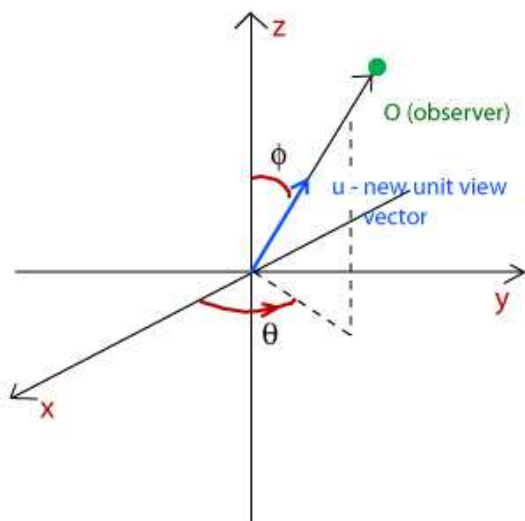
Tworząc aplikację w technologii Flash posłużono się dwiema metodami. Pierwsza metoda polega na tym, że komponenty dodaje się do sceny wykorzystując zintegrowane środowisko programistyczne (*Integrated Development Environment*, IDE) Flash'a. Umieszczając na liście czasowej w kolejnych przedziałach czasowych – *klatkach*, interesujące nas kontrolki, można tworzyć referencje do utworzonych klatek i dodawać kontrolkom określoną funkcjonalność.

Druga metoda opiera się tworzeniu komponentów bezpośrednio z poziomu kodu. Podczas uruchamiania pliku z aplikacją w formacie .swf, wywołany zostaje konstruktor klasy *Document Class*. Każdy plik .swf może mieć odwołanie do tylko jednej takiej klasy. Kolejne klasy można natomiast dodawać do naszej klasy głównej z plików zewnętrznych o rozszerzeniu .as. Aby zaimportować klasy zdefiniowane w plikach zewnętrznych, należy podać do nich ścieżkę.

4. Zmiana położenia rzutni aksonometrycznej

Proces generowania grafiki 3D w programie, wykorzystuje bibliotekę graficzną opracowaną przez Barbarę Kaskosz [http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/] z Uniwersytetu w Rhode Island.

Funkcja odpowiedzialna za wyświetlanie obrazu 3D: `renderView(theta:Numer,phi:Numer)`, pobiera dwa parametry. Pierwszy parametr reprezentuje kąt, o który pozycja obserwatora jest obrócona poziomo. Miara kąta podana jest w stopniach i mierzony jest on przeciwnie do ruchu wskazówek zegara od dodatniej osi *x*. Kąt ten odpowiada kątowi θ we współrzędnych sferycznych (rys. 1). Drugi parametr reprezentuje współzrzedną φ we współrzędnych sferycznych; jest to kąt (w stopniach) między nowym wektorem pozycji obserwatora i dodatnią osią *z*. Wartość kąta φ leży w przedziale między 0 a 180°. Odległość (*fLen*) obserwatora od początku układu nie zmienia się. Jedyną rzeczą, jaka się zmienia to wartość kątów θ i φ .



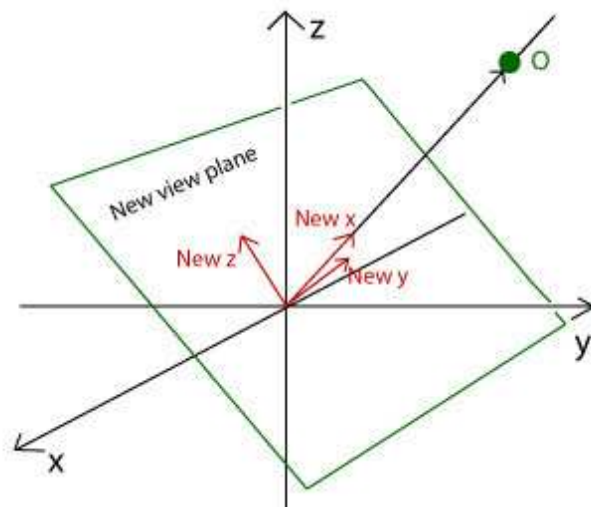
Rys. 1. Kąty obrotu układu współrzędnych
Fig. 1. Angles of rotation of the coordinate system

Każdorazowe wywołanie funkcji `renderView(theta,phi)` tworzy na ekranie monitora widok naszego przedmiotu pod kątem odpowiadającym nowemu kątowi θ i φ . Nowy widok otrzymuje się w ten sposób, że znormalizowany nowy wektor pozycji obserwatora ustala się jako nowy jednostkowy

wektor widoku – \vec{u} (*new unit view vector*). Obliczenia dają współzrzedne nowego jednostkowego wektora widoku:

$$\vec{u} = [\cos \theta \sin \varphi, \sin \theta \sin \varphi, \cos \varphi].$$

Nowa rzutnia (*view plane*) zorientowana jest prostopadle do wektora \vec{u} (rys. 2). Nowy prostokątny układ współrzędnych w naszej przestrzeni 3D jest układem współrzędnych nowej rzutni. Oś *x* w układzie współrzędnych nowej rzutni jest równoległa do wektora widoku \vec{u} i przechodzi przez początek układu. Oba układy współrzędnych mają początek zorientowany w tym samym punkcie. Nowa oś *z* zostaje umieszczona na nowej rzutni w taki sposób, że stara dodatnia oś *z* dąży do położenia nowej, dodatniej osi *z* (inaczej mówiąc, zakłada się, że przedmiot nie obraca się względem wektora \vec{u}). Nowa oś *y* też leży na nowej rzutni, jest ona prostopadła do nowej osi *z* i skierowana w taki sposób, aby z pozostałymi osiami tworzyć układ prawoskrętny (wartości *z* rosną wraz ze wzrostem głębokości).



Rys. 2. Nowy układ współrzędnych i położenie nowej rzutni
Fig. 2. A new coordinate system and location of the new view plane

Macierz transformacji od współrzędnych punktu w stacjonarnym układzie współrzędnych do jego współrzędnych w nowym układzie współrzędnych przedstawiono poniżej:

$$\begin{bmatrix} \cos \theta \sin \varphi, \sin \theta \sin \varphi, \cos \varphi \\ -\sin \theta, \cos \theta, 0 \\ -\cos \theta \cos \varphi, -\sin \theta \cos \varphi, \sin \varphi \end{bmatrix}$$

Punktowi *P* o współrzędnych $P = [p_x, p_y, p_z]$ w stacjonarnym układzie współrzędnych przypisane są współzrzedne $P = [p_{newx}, p_{newy}, p_{newz}]$ w nowym układzie współrzędnych:

$$\begin{aligned} p_{newx} &= \cos \theta \sin \varphi p_x + \sin \theta \sin \varphi p_y + \cos \varphi p_z \\ p_{newy} &= -\sin \theta p_x + \cos \theta p_y \\ p_{newz} &= -\cos \theta \cos \varphi p_x - \sin \theta \cos \varphi p_y + \sin \varphi p_z \end{aligned}$$

Do obliczania współrzędnych wierzchołków w nowym układzie współrzędnych funkcja `renderView(t,p)` używa funkcji pomocniczej.

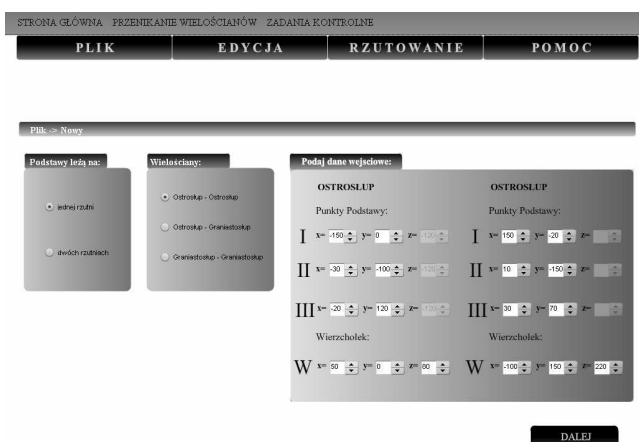
5. Działanie systemu

System wyznacza i przedstawia linię przenikania brył w rzutach z dowolnego kierunku. Okno startowe przedstawiono na rys. 3.



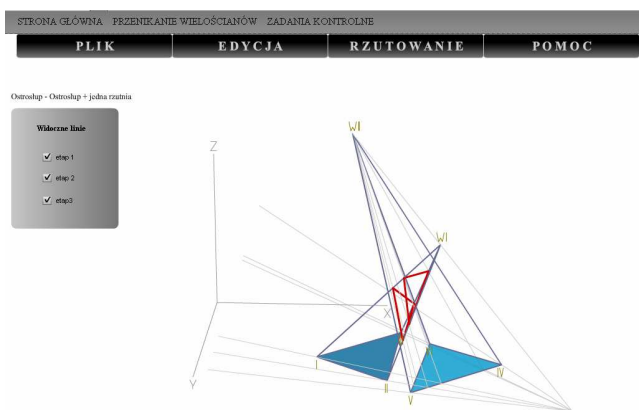
Rys. 3. Okno startowe systemu
Fig. 3. Start up Window

Po otwarciu zakładki plik-nowy wybiera się położenie podstaw, rodzaj wielościanów i współrzędne punktów podstaw oraz wierzchołków brył (rys. 4).



Rys. 4. Okno wyboru brył, położenia podstaw i współrzędnych punktów
Fig. 4. Selection window of kind of solid, position of the bases and points coordinates

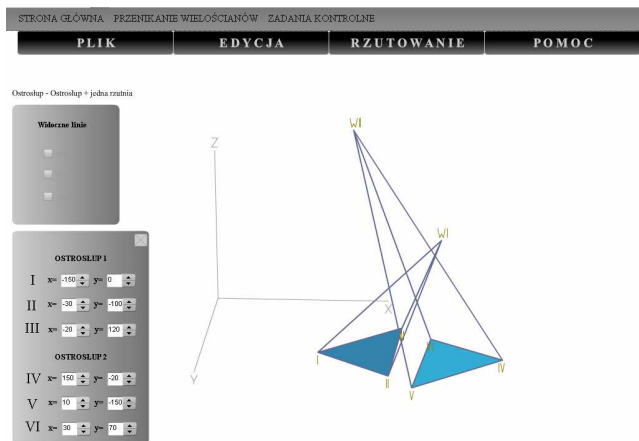
Po przejściu „dalej” pojawiają się bryły w kartezjańskim układzie odniesienia. Od tego momentu na dalszych etapach można oglądać bryły z różnych kierunków. Po przytrzymaniu kliknięciem dowolnego punktu rysunku i przesuwaniu myszki, obraca się rysunek uzyskując dowolny rzut aksonometryczny.



Rys. 5. Rzut aksonometryczny brył z wyznaczoną linią przenikania
Fig. 5. Axonometric projection of solids with line of common parts

Program wizualizuje wyznaczanie linii przenikania brył klasyczną metodą przecinania brył płaszczyznami zawierającymi ich wierzchołki. Po zaznaczeniu etapu 1 pojawia się linia łącząca wierzchołki brył, punkt przecięcia tą linią rzutni, na której leżą podstawy brył oraz ślady płaszczyzn przecinających bryły. W etapie 2 można zaobserwować linie przecięcia brył wprowadzonymi płaszczyznami. Etap 3 prezentuje linię przenikania brył (rys. 5).

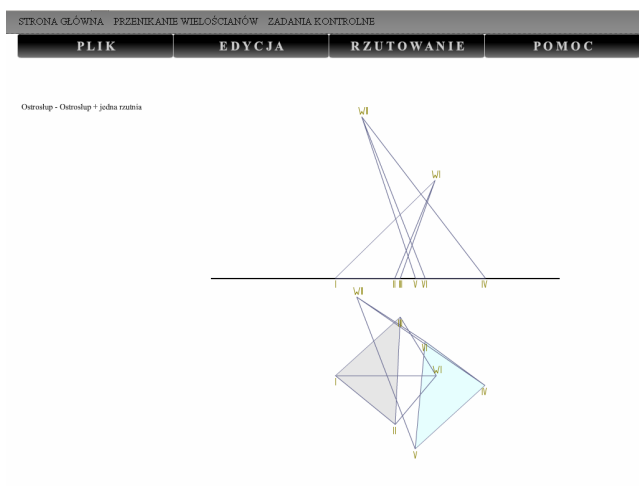
Zaznaczenie edycji umożliwia zmianę położenia punktów podstaw oraz wierzchołków brył (rys. 6).



Rys. 6. Okno edycji położenia punktów podstaw
Fig. 6. Selection window of position of the bases points

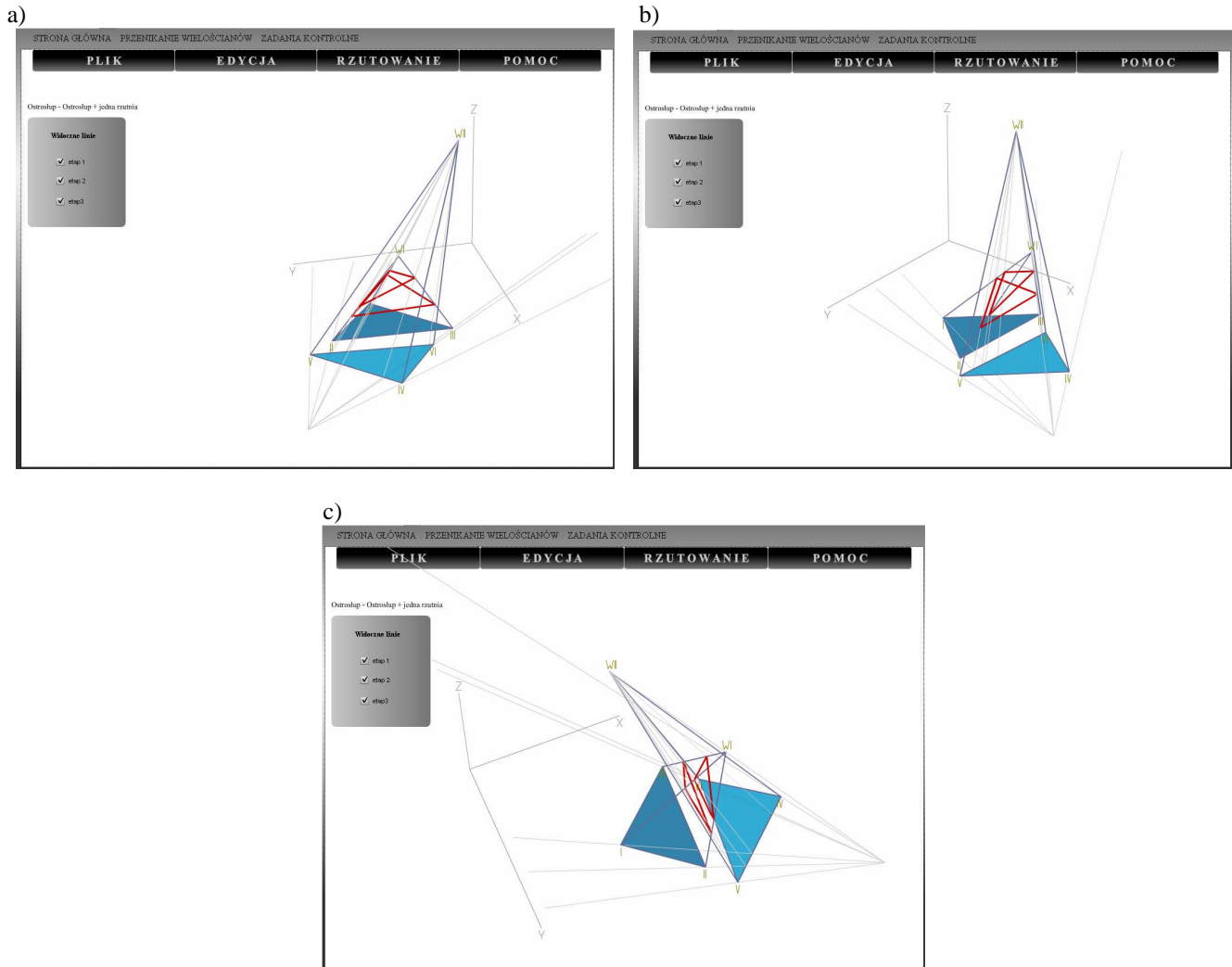
Zmiany te są dynamicznie wizualizowane na rysunku - położenie punktów zmienia się w trakcie przytrzymywania kursorów.

Zakładka rzutowanie umożliwia obejrzenie rzutów prostokątnych brył (rys. 7).



Rys. 7. Okno rzutów prostokątnych
Fig. 7. The projection on the two orthogonal view planes

Przedstawiono przykładowe rzuty aksonometryczne brył z wyznaczoną linią przenikania (rys. 8).



Rys. 8. Różne rzuty aksonometryczne wybranego układu brył z wyznaczoną linią przenikania
 Fig. 8. Different axonometric projections of selected system of solids with line of common parts

6. Podsumowanie

Przedstawiona aplikacja umożliwia wyznaczenie linii przenikania brył. Szczególną zaletą systemu jest prezentacja brył w dowolnym rzucie aksonometrycznym, co ułatwia wytworzenie obrazu przestrzennego w umyśle obserwatora. Aplikacja jest dostępna dla studentów Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Wymaga ona dalszego rozwoju i doskonalenia. W przyszłości może służyć jako element e-learningu.

7. Bibliografia

- [1] Foley J. D., van Dam A., Feiner S. K., Hughes J. F., Phillips R. L.: Wprowadzenie do grafiki komputerowej. Warszawa: WNT, 2001.
- [2] Jankowski W.: Geometria Wykreślna. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 1999.
- [3] Kaskosz B.: <http://www.math.uri.edu/~bkaskosz/>
- [4] <http://www.up.poznan.pl/~dworeck1/>