

Henryk GLIŃSKI
Ośrodek Geometrii i Grafiki Inżynierskiej
Politechniki Śląskiej w Gliwicach

MODELOWANIE POWIERZCHNI STOŻKOWYCH W JĘZYKU VRML

Język VRML posiada wbudowane bardzo mocne i uniwersalne narzędzie do modelowania wszelkiego rodzaju tworów geometrycznych, jest nim węzeł (ang. *node*) `IndexedFaceSet`. Pozwala on na utworzenie obiektu trójwymiarowego poprzez zdefiniowanie jego ścian. Ściany są wielokątami, których wierzchołkami są punkty o współrzędnych podanych w węźle `Coordinate` w polu `coord`. Kolejność łączenia punktów określona jest w polu `coordIndex`. W poniższym przykładzie podano fragment opisu w języku VRML trzech wzajemnie prostopadłych kwadratów (naroże trójsienne):

```
.....  
geometry IndexedFaceSet {  
    coord Coordinate { point      [0    0    0, # punkt [0]  
                                 1    0    0, # punkt [1]  
                                 1    1    0, # punkt [2]  
                                 0    1    0, # punkt [3]  
                                 1    0    1, # punkt [4]  
                                 1    1    1, # punkt [5]  
                                 0    1    1 ] # punkt [6]  
    }  
    coordIndex [0, 1, 2, 3, -1 # kwadrat 1  
              1, 4, 5, 2, -1 # kwadrat 2  
              2, 5, 6, 3, -1] # kwadrat 3  
    }  
.....
```

Punkty określające ścianę nie muszą leżeć w jednej płaszczyźnie. W takim przypadku przeglądarka plików VRML połączy je trójkątami zgodnie z wewnętrznym algorytmem. Ponieważ rezultaty takiego połączenia mogą być dalekie od oczekiwanych (zależą od kolejności podania punktów i przeglądarki), bezpieczniejsze jest podawanie najwyżej czterech niewspółpłaszczyznowych punktów.

Ważną cechą przeglądarek VRML jest możliwość „wygładzania” powierzchni zbudowanych z wielokątów. Zakres „wygładzania” określony jest przez pole `creaseAngle`, określające graniczny kąt (w radianach) między normalnymi do sąsiadujących ścian, których krawędź przecięcia ma być „wygładzona”.

Powierzchnie stożkowe prostokreślne

Modelowanie powierzchni walcowych i stożkowych nie przedstawia żadnych trudności, zarówno w przypadku powierzchni obrotowych, jak i nieobrotowych. Doświadczenia autora wykazały, że podział kierującej walca lub stożka na 36 części jest w pełni wystarczający, na otrzymanych modelach powierzchni nie widać krawędzi wielokątów (przy ustawionej odpowiednio wartości pola `creaseAngle`). Również poprawnie wyglądają linie przenikania tak skonstruowanych modeli.

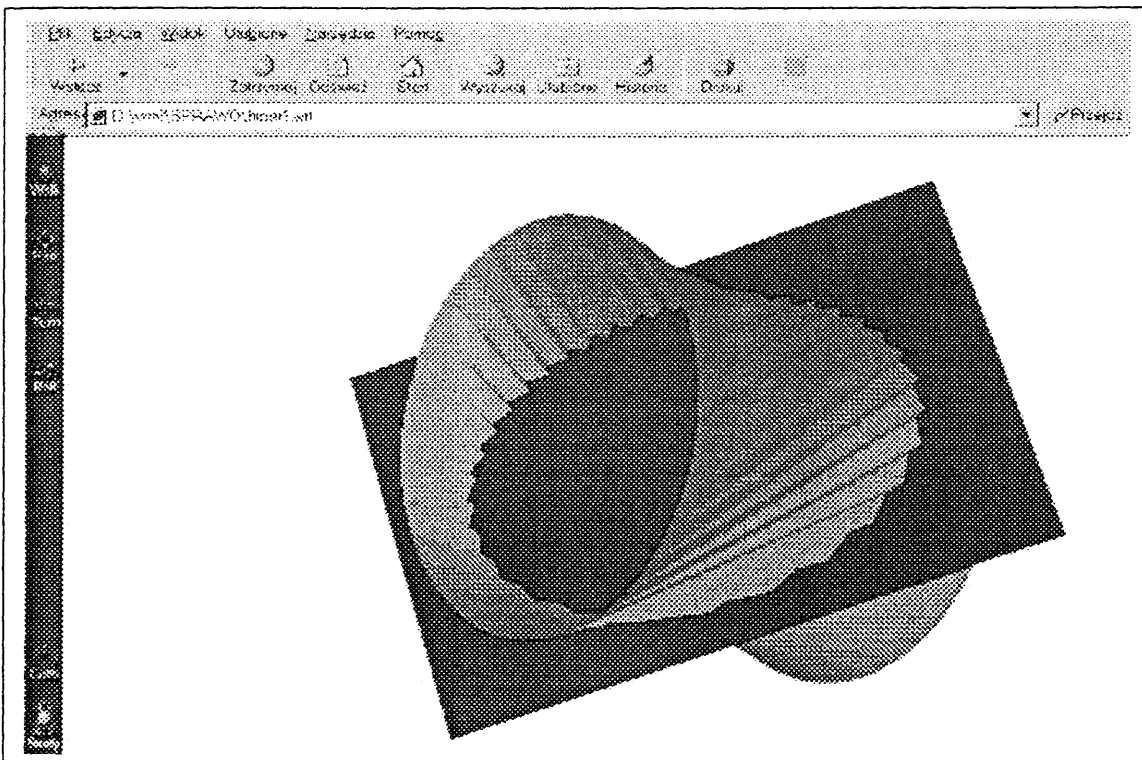
Ciekawym zagadnieniem jest modelowanie hiperboloidy jednopowłokowej i paraboloidy hiperbolicznej. Na rys. 1 zamieszczono najprostszy model hiperboloidy,

prezentowany już na konferencji w Koczowcach [1] (wartość pola `creaseAngle` wynosi zero). W konstrukcji tego modelu wykorzystano prostokreślność hiperboloidy – dłuższymi bokami czworokątów aproksymujących powierzchnię są tworzące hiperboloidy. W tym celu dwa okręgi podzielono na 36 części prowadząc tworzące z przesunięciem o 8 części. W modelu tym wyraźnie widoczne są trójkąty aproksymujące powierzchnię (zostały wprowadzone przez przeglądarkę), szczególnie osobliwie wygląda „zębata elipsa” przekroju hiperboloidy płaszczyzną. Ustawienie wartości pola `creaseAngle` na 2 powoduje „wygładzenie” powierzchni, krzywa przekroju pozostaje jednak nadal „zębata” (rys.2). W przypadku tym nie pomaga zwiększenie liczby podziałów okręgów. Jedyne właściwe rozwiązanie to zmiana sposobu aproksymacji powierzchni czworokątami. Pokazany na rys. 3. model otrzymano wprowadzając siatkę 15 „równoleżników” (okręgi) i 24 „południków” (hiperbole). Z modelu hiperboloidy specjalnie usunięto kilka czworokątów, aby wyraźnie pokazać sposób podziału. W modelu tym elipsa przekroju płaszczyzną jest wprawdzie łamaną, ale jest to znacznie lepsze przybliżenie niż w modelach z rys. 1 lub 2. Podobnie należy postąpić w przypadku konstrukcji modelu paraboloidy hiperbolicznej (rys. 4) – zastosowano tu siatkę czworokątów 24 na 24.

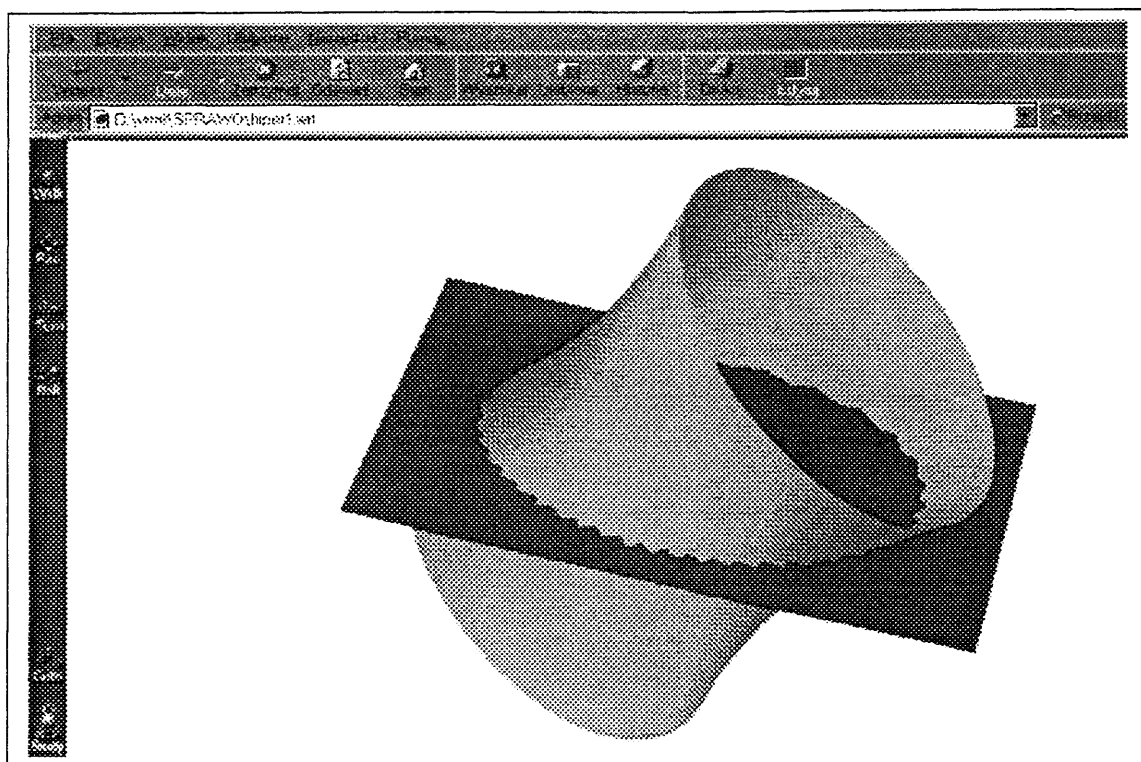
Elipsoidy i paraboloidy

Modele tych powierzchni konstruujemy podobnie jak model hiperboloidy skośnej wprowadzając siatkę „równoleżników” (elipsy) i „południków” (elipsy lub w przypadku paraboloidy eliptycznej parabole). Model elipsoidy przedstawiony na rys. 5 złożony z dwóch części, z włączonym i wyłączonym (prawa część) wygładzaniem krawędzi wielokątów.

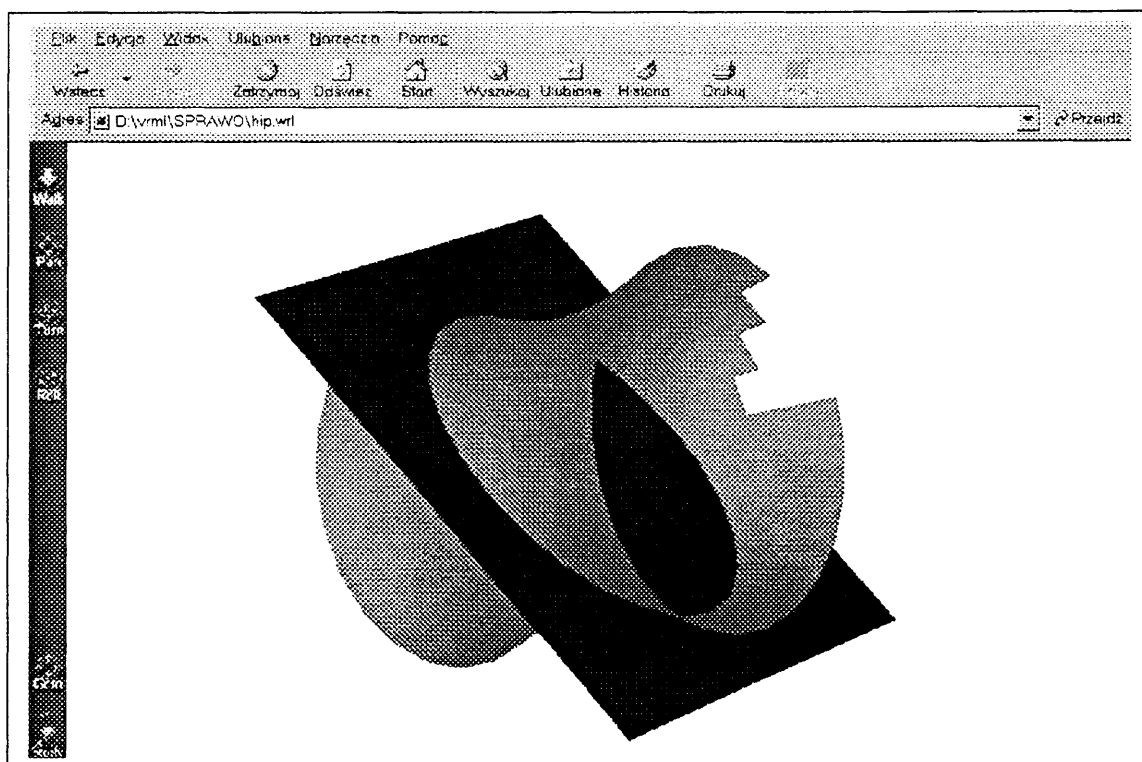
W modelu paraboloidy nieobrotowej na rys. 6 zastosowano siatkę 7 „równoleżników” i 24 „południków”.



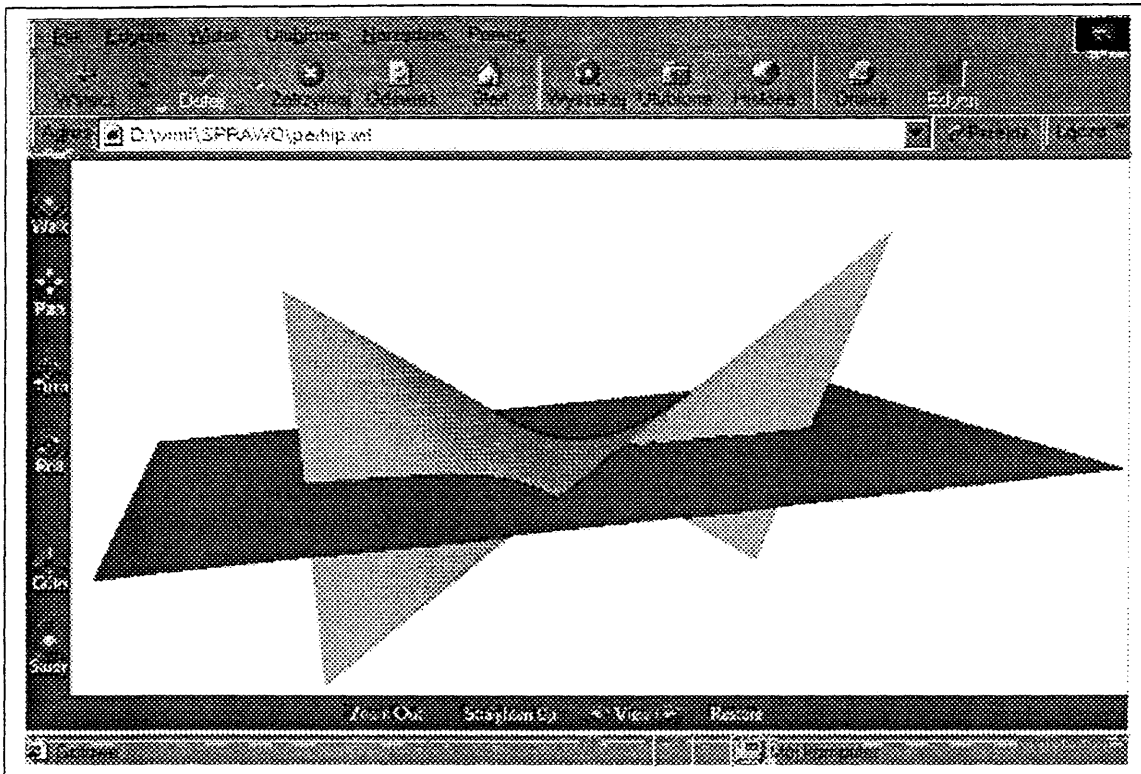
1. Model hiperboloidy jednowłokowej bez włączonego wygładzania. Widoczne wyraźnie krawędzie trójkątów. Krzywa przekroju „zębata”.



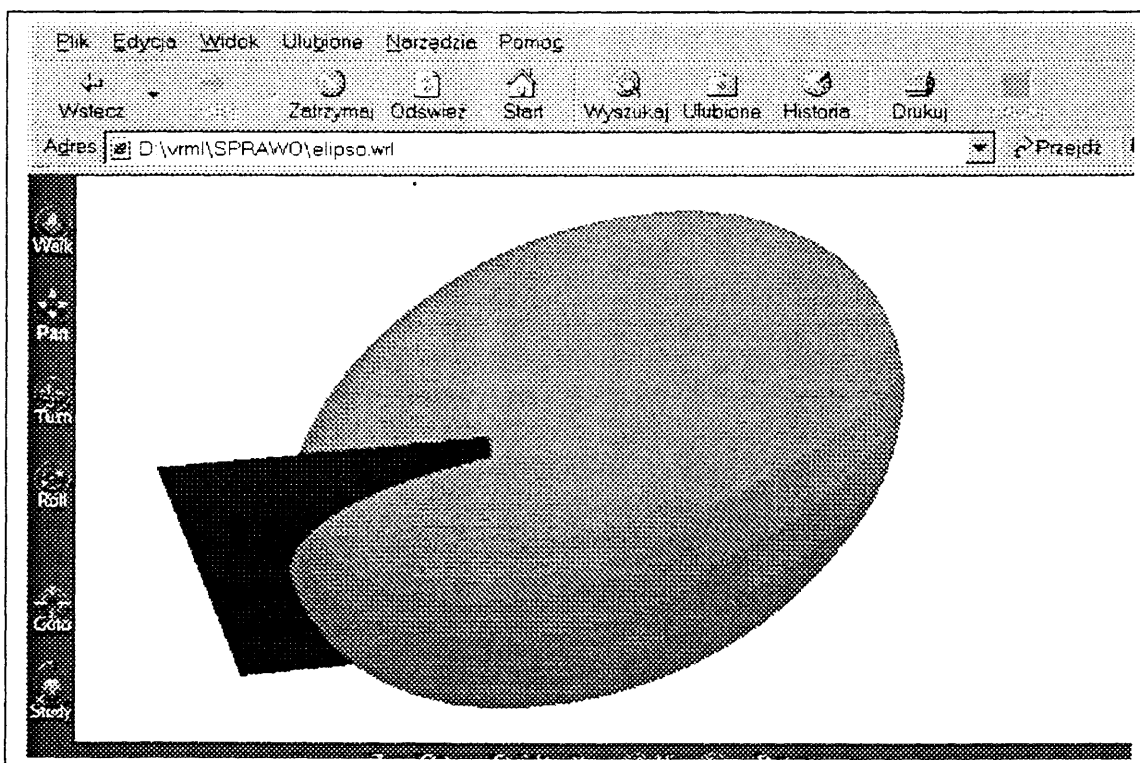
2. Model hiperboloidy jednopowłokowej z włączonym wygładzaniem.



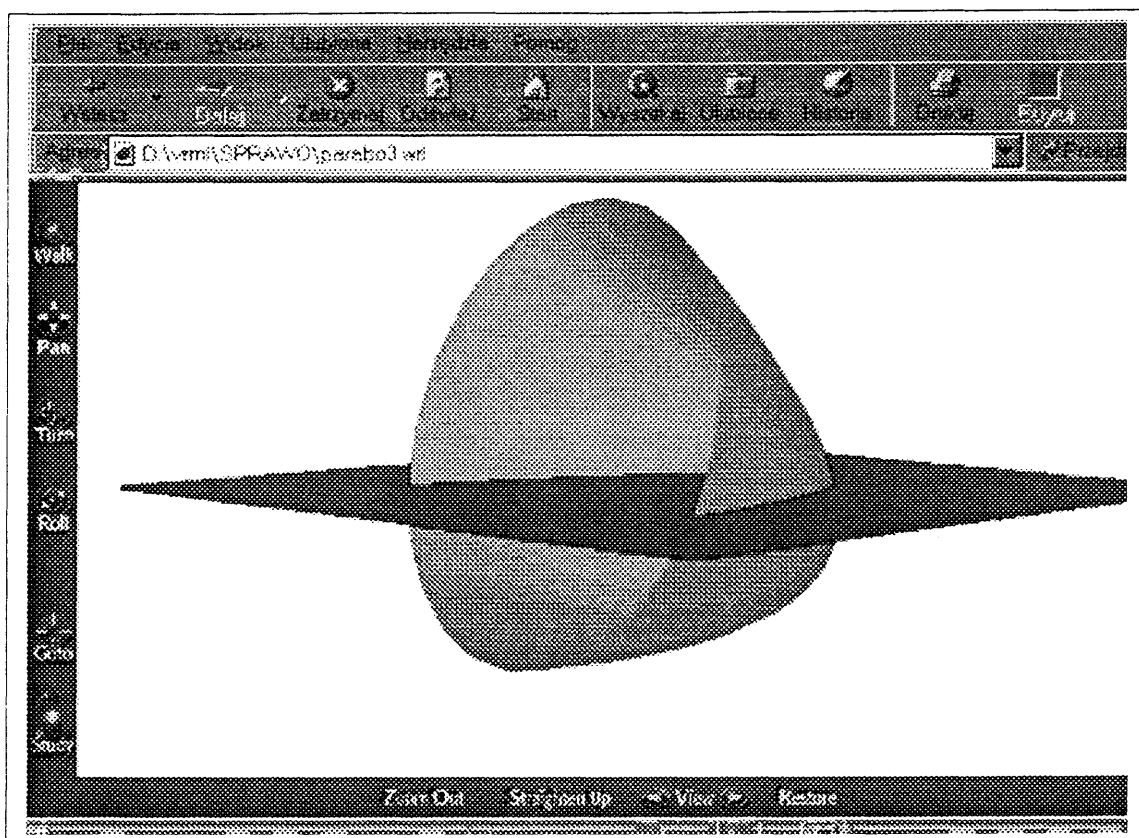
3. Dokładniejszy model hiperboloidy.



4. Model paraboloidy hiperbolicznej przeciętej płaszczyzną.



5. Model elipsoidy nieobrotowej. Część elipsoidy z prawej strony z wyłączonym wygładzaniem.



6. Model paraboloidy

Praktyczne wykonanie modeli powierzchni

Język VRML wymaga, aby do tekstu źródłowego były wpisane wartości współrzędnych wszystkich punktów – nie jest możliwe wykonywanie żadnych obliczeń. Ręczne wpisywanie do tekstu współrzędnych wszystkich punktów i kolejności ich łączenia jest bardzo żmudne. Warto napisać krótki program, np. w Pascalu, obliczający współrzędne wszystkich niezbędnych punktów i zapisujący je w odpowiedniej postaci w pliku tekstowym. Tekst ten kopiuje się następnie w odpowiednie miejsce do pliku źródłowego w języku VRML. Podobnie należy postąpić celem przygotowania listy punktów do połączenia.

Wszystkie opisane w artykule modele powierzchni znajdują się w Internecie na stronie własnej autora <http://polsl.gliwice.pl/~hgliński/>.

LITERATURA:

- [1]. H. Gliński: 3D MODELING WITH VRML LANGUAGE, Proceedings of Seminar on computational Geometry, SCG'99, Koczowce 1999 (Słowacja)

MODELLING OF CONICAL SURFACES IN THE VRML - LANGUAGE

In the paper the methods of modelling of conical surfaces are presented. The theoretical considerations by some examples of surfaces models are completed.