

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

NGUYỄN BÙI TÂN VŨ

TÁI TẠO BỀ MẶT LƯỚI TAM GIÁC ĐỀU
DỰA TRÊN CÁC PHƯƠNG PHÁP
AFT VÀ DELAUNAY

Chuyên ngành : KHOA HỌC MÁY TÍNH
Mã số : 60.48.01.01
Khóa : K30

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ
KHOA HỌC MÁY TÍNH

Đà Nẵng – Năm 2016

Công trình được hoàn thành tại
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học : PGS.TS Nguyễn Tấn Khôi

Phản biện 1 : TS. Lê Xuân Việt

Khoa Công nghệ thông tin – Đại học Quy Nhơn

Chuyên ngành Bảo đảm toán học cho máy tính và các HTTT

Phản biện 2 : TS. Phạm Minh Tuấn

Khoa Công nghệ thông tin – Đại học Bách khoa Đà Nẵng

Chuyên ngành Khoa học máy tính

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ ngành
Khoa học máy tính họp tại Trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng vào ngày
8 tháng 1 năm 2017

Có thể tìm hiểu luận văn tại :

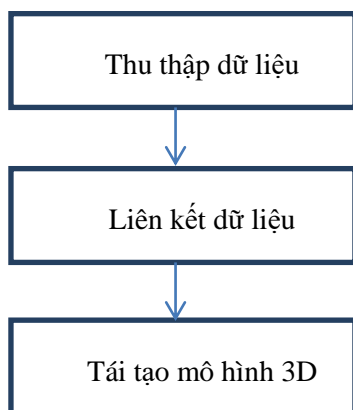
- Trung tâm học liệu, Đại học Đà Nẵng tại trường Đại học Bách Khoa
- Thư viện khoa Công nghệ thông tin, trường Đại học Bách Khoa - ĐHĐN

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Hiện nay, kỹ thuật mô hình hóa các đối tượng trong không gian ba chiều (hay ngắn gọn hơn là các đối tượng 3D) đã được nghiên cứu và ứng dụng rộng rãi vào thực tiễn, có thể kể đến công nghệ CNC (Computer Numeric Control) và lĩnh vực mô hình hóa bề mặt địa hình.

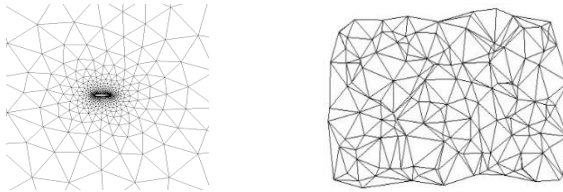
Trong công nghệ CNC, các hệ thống máy tiện cơ khí được điều khiển bằng máy tính có thể cắt kim loại theo đường cong dễ dàng và độ chính xác là gần như tuyệt đối. Đối tượng thực được tạo ra căn cứ theo các đối tượng ba chiều mẫu trên máy tính. Để tạo ra các đối tượng 3D mẫu này, nhiều kỹ thuật được áp dụng và gọi chung là công nghệ đảo ngược (reverse engineering). Một hệ thống ứng dụng công nghệ đảo ngược có thể hoạt động theo mô hình như sau:



Hình 1. Các bước hoạt động trong mô hình ứng dụng công nghệ đảo ngược

Ở bước 1 dữ liệu của đối tượng thực được thu thập bằng các thiết bị quét và lưu lại dưới dạng điểm trong không gian ba chiều. Tiếp theo, ở bước 2 các điểm này được liên kết và tạo thành mạng lưới tam giác không đều (hay còn gọi là TINs – Triangulated Irregular Networks). Để xây dựng TINs có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau, mà nổi bật là phương pháp lưới tam giác Delauney. Sau khi có các lưới tam giác, ta tiến hành đồng nhất các lưới này thành một lưới duy nhất, vá lỗ thủng và cuối cùng là xây dựng mô hình 3D hoàn chỉnh.

Vấn đề đặt ra ở đây là tại bước 2, khi sử dụng phương pháp lưới tam giác Delauney để liên kết các điểm và xây dựng TINs, thì mạng lưới tam giác tạo ra không đều nhau (hình minh họa).



Hình 2. Lưới tam giác đều (trái) và lưới tam giác không đều (phải)

Các thuật toán xây dựng tam giác trong không gian hai chiều hay lưới phi cấu trúc tứ diện trong không gian ba chiều đã được nghiên cứu và phát triển trong nhiều năm trở lại đây[1-8]. Trong số các phương pháp khác nhau đã được nghiên cứu, hai cách tiếp cận nhận được nhiều sự chú ý là các kỹ thuật tam giác hóa Delauney đã nói ở trên và kỹ thuật AFT (Advancing Front Technique).

Mặc dù được coi là cùng tiếp cận về một vấn đề, nhưng kỹ thuật tam giác hóa Delauney chỉ đề cập đến một liên kết đặc trưng

với một tập hợp các điểm sở hữu các thuộc tính thông số nhất định, trong khi kĩ thuật tăng cường bề mặt sẽ cấu thành chiến lược tập trung vào vị trí của từng điểm rời rạc kết hợp với việc áp đặt một trật tự cụ thể trong quá trình tạo phần tử. Như vậy ở một số phương diện, hai phương pháp này có khả năng bổ sung cho nhau và nội dung này đã được nghiên cứu trong thời gian gần đây [6,7,8]. Do đó tôi đề xuất hướng nghiên cứu :

“TÁI TẠO BỀ MẶT LƯỚI TAM GIÁC ĐỀU DỰA TRÊN CÁC PHƯƠNG PHÁP AFT VÀ DELAUNAY”

2. Mục tiêu, nhiệm vụ

a. Mục tiêu

Luận văn này tập trung nghiên cứu kĩ thuật tạo lưới tam giác bằng phương pháp Delauney, kĩ thuật Advancing Front Technique. Sau đó kết hợp hai kĩ thuật này để tăng cường lưới tam giác trong quá trình xây dựng TINs. Sau đó áp dụng kết quả nghiên cứu được vào ứng dụng thực tế, có thể phát triển tiếp mã nguồn dựa trên chương trình tạo lưới tam giác Delauney bằng ngôn ngữ C++ đã có hoặc sử dụng phần mềm mã nguồn mở CGAL để xây dựng chương trình.

b. Nhiệm vụ

Để thực hiện được mục tiêu trên, cần phải thực hiện bao gồm :

Về lý thuyết :

- Nghiên cứu khái quát lĩnh vực mô hình hóa 3D.
- Nghiên cứu sơ lược các phương pháp xây dựng hệ TINs.
- Nghiên cứu phương pháp tạo lưới tam giác Delauney.
- Nghiên cứu kĩ thuật Advancing Front Technique.

- Nghiên cứu phương pháp kết hợp kỹ thuật tạo lưới tam giác Delauney và Advancing Front Technique.

Về thực tiễn :

- Triển khai xây dựng chương trình.

3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

- Phương pháp tạo lưới tam giác Delauney
- Kỹ thuật Advancing Front Technique.
- Lập trình đồ họa sử dụng thư viện OpenGL.
- Ngôn ngữ lập trình C/C++.

Phạm vi nghiên cứu

Luận văn này tập trung nghiên cứu các đối tượng và phương pháp xây dựng, tái tạo bề mặt lưới, giải quyết vấn đề mô hình lưới xây dựng không đều, kết hợp phương pháp Delauney và kỹ thuật Advancing Front Technique.

4. Phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp lý thuyết

- Đọc, phân tích, tổng hợp tài liệu, các công trình nghiên cứu khoa học liên quan đã được công bố ở Việt Nam và trên thế giới.

b. Phương pháp thực nghiệm

- Xây dựng chương trình thực nghiệm minh họa phương pháp trên nền tảng ngôn ngữ lập trình C/C++.

5. Ý nghĩa khoa học, thực tiễn

Nghiên cứu và đóng góp phương pháp tăng cường bề mặt lưới Delauney trong quá trình xây dựng lưới tam giác trong lĩnh vực mô hình hóa đối tượng 3D.

Góp phần cải thiện mô hình mẫu 3D đầu ra sau khi được xây dựng trên các hệ thống CNC hoặc hệ thống mô hình hóa bề mặt địa hình.

Ứng dụng vào việc nâng cao chất lượng mô hình trong y khoa, bảo tàng.

Cải tiến chất lượng mô hình, ảnh viễn thám.

6. Bố cục luận văn

Chương 1 : Tổng quan đề tài

Chương 2 : Cơ sở lý thuyết

Chương 3 : Triển khai thực nghiệm

CHƯƠNG 1 : TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

1.1 Lý do chọn đề tài

1.2 Mục tiêu, nhiệm vụ

1.2.1 Mục tiêu

1.2.2 Nhiệm vụ

1.3 Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

1.3.1 Đối tượng nghiên cứu

1.3.2 Phạm vi nghiên cứu

1.4 Phương pháp nghiên cứu

1.4.1 Nghiên cứu lý thuyết

1.4.2 Nghiên cứu thực nghiệm

1.5 Ý nghĩa đề tài

1.5.1 Ý nghĩa khoa học

1.5.2 Ý nghĩa thực tiễn

1.5.3 Kết quả dự kiến

CHƯƠNG II : CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 Tổng quan mô hình hóa đối tượng

Những năm gần đây, ngành khoa học máy tính có nhiều đóng góp cho khoa học cả về lý thuyết và ứng dụng thực tiễn, trong đó có thể kể đến lĩnh vực đồ họa máy tính. Trong đồ họa máy tính, mô hình hóa 3D là một bước quan trọng. Để biểu diễn vật thể người ta dùng các lưới đa giác khác nhau tùy thuộc vào phương pháp xây dựng lưới sử dụng.

2.1.1 Xây dựng và biểu diễn mặt lưới

2.1.2 Khái quát về lưới

Một lưới là tổng hợp của một biểu diễn rời rạc của một tập điểm có các thuộc tính đặc trưng, hình thái hình học và topo học riêng. Có nhiều kiểu lưới như lưới có cấu trúc, lưới phi cấu trúc, lưới tổng hợp, lưới tam giác, lưới tứ giác, lưới 2D, 3D..v.v..

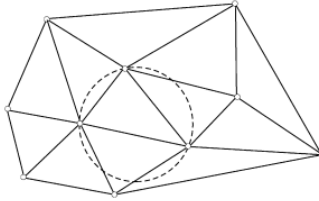
2.1.3 Các phương pháp xây dựng mặt lưới

Có nhiều phương pháp xây dựng lưới khác nhau như : phát triển từ biên, chia vùng hình học thành các miền con, kết nối các đỉnh trên bề mặt lưới.

2.2 Phương pháp xây dựng mặt lưới Delaunay

2.2.1 Giới thiệu

Phương pháp Delaunay xây dựng các lưới 2D phi cấu trúc bằng cách kết nối các đỉnh trong tập điểm thông qua quy tắc đường tròn rỗng hay là các cạnh của tam giác không giao nhau.



Hình 10. Ba điểm tạo nên tam giác Delaunay với đường tròn ngoại tiếp (nét đứt) không chứa điểm nào khác

2.2.2 Các phương pháp xây dựng lưới Delaunay

Có năm hướng tiếp cận chính sử dụng phương pháp xây dựng lưới Delaunay để tạo lưới bao gồm :

- Chia để trị.
- Dòng quét.
- Chèn tăng cường.
- Thuật toán gói quà.
- Các thuật toán dựa trên bao lồi của tập hợp.

2.3 Phương pháp xây dựng mật lưới AFT

2.3.1 Khái quát phương pháp AFT

AFT là phương pháp tạo lưới được nghiên cứu và triển khai trong thời gian gần đây. Được xem là cải tiến hơn so với Delaunay với đặc trưng hình thái lưới bao gồm các phần tử có kết cấu tương đương nhau. Tuy nhiên, hạn chế của AFT là tính phức tạp khi xử lý các tính chất hình học phát sinh trong quá trình tạo lưới.

2.3.2 Đặc điểm kĩ thuật phương pháp AFT

- a) Biên hình học
- b) Tiến trình thêm điểm tuần tự
- c) CW và CCW
- d) Xác định thành phần bên trái - bên phải
- e) Xác định một điểm nằm trong - nằm ngoài một đa diện
- f) Nền tảng lưới
- g) Initial Front (IF)

2.3.3 Quá trình tạo lưới của AFT

Phương pháp AFT bắt đầu bằng quá trình rời rạc hóa miền hình học. Các điểm nằm ở phía ngoài cùng của tập điểm trong miền hình học được xem là vùng biên, áp dụng cho cả môi trường 2D và 3D. Nối các điểm này với nhau sẽ hình thành nên IF, tức là mặt trước ban đầu.

Tiếp theo chọn một cạnh bất kì, tạo một tam giác bằng cách nối hai đỉnh của cạnh được chọn tới điểm ứng viên. Điểm ứng viên này thu được bằng hai cách : thứ nhất là chọn các điểm đã có thuộc tập điểm của miền hình học ban đầu, các điểm này sẽ được lấy thông qua các tiêu chí như gần cạnh được chọn nhất, cách thứ hai là thêm một điểm hoàn toàn mới với tọa độ được xác định bằng phép nội suy với các tham số lưới.

2.4 Kết hợp Delaunay và AFT

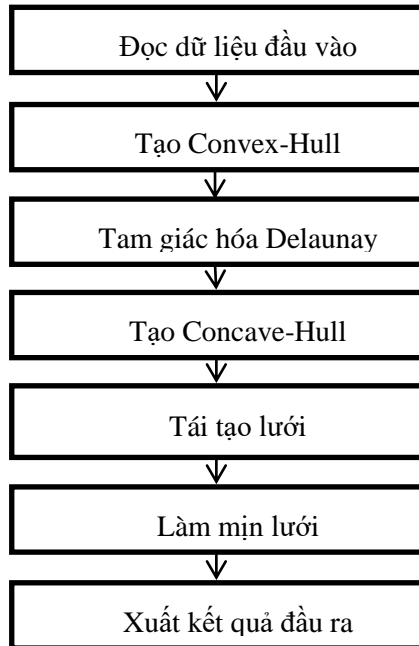
2.4.1 Đánh giá Delaunay và AFT

2.4.2 Phương pháp đề xuất

Dựa trên những phương pháp đã nghiên cứu, phần này sẽ trình bày một phương pháp tạo lưới kết hợp các đặc tính của Delaunay và

AFT với mục đích hướng tới là cải thiện bề mặt lưới tam giác đều dần (so với Delaunay).

Cấu trúc chung phương pháp :



Hình 27. Cấu trúc phương pháp đề xuất

Có thể thấy, phương pháp đề xuất là tổng hợp việc giải quyết các bài toán con bao gồm :

- Đọc tập hợp điểm đầu vào có cấu trúc tọa độ x, y, z với số phần tử bất kì.
- Tạo Convex-Hull từ tập điểm.
- Tiến hành tam giác hóa Delaunay từ tập điểm.
- Từ kết quả tam giác hóa Delaunay tính toán biên Delaunay, kết hợp với biên Convex-Hull được sắp xếp

theo thứ tự ngược chiều kim đồng hồ để tính toán được biên Concave-Hull, ánh xạ biên Concave-Hull vào tập biên AF ban đầu.

- Tiến hành phân hoạch biên AFT.
- Tiến hành quá trình tái tạo lưới
- Tiến hành quá trình làm mịn Laplacian (nếu cần thiết).
- Xuất kết quả lưới đầu ra.

Ba lớp đối tượng được xây dựng để tính toán bao gồm lớp Điểm, Cạnh, Tam giác.

Mô tả thuật toán chính :

Đầu vào : Tập cạnh biên AFT(X), tập cạnh tạo ra RE(X).

Bước 1 : Kiểm tra số phần tử trên biên AFT. Nếu lớn hơn 0 chuyển sang bước 2, ngược lại sang bước 15.

Bước 2 : Lấy phần tử đầu tiên trong tập biên là cạnh e_1-e_2 , cạnh thứ hai tương ứng sẽ là e_2-e_3 .

Bước 3 : Kiểm tra tọa độ hai đỉnh của cạnh e_1-e_2 .

Đặt $d_1 = \text{Tọa độ } x \text{ điểm } e_1 - \text{Tọa độ } x \text{ điểm } e_2$.

Đặt $d_2 = \text{Tọa độ } y \text{ điểm } e_1 - \text{Tọa độ } y \text{ điểm } e_2$.

Nếu $(-0.1 \leq d_1 \leq 0.1)$ và $(-0.1 \leq d_2 \leq 0.1)$: Xóa hai cạnh e_1-e_2 và e_2-e_3 khỏi AFT(X). Thêm cạnh e_1-e_3 vào đuôi AFT(X). Quay lại bước 1.

Nếu không thỏa điều kiện trên, chuyển sang bước 4.

Bước 4 : Tính toán tọa độ điểm lí tưởng I, lưu ý các trường hợp tọa độ x, y của e_1 và e_2 xấp xỉ bằng nhau, với điều kiện điểm I này tạo với cạnh AB một tam giác đều. Kết quả sẽ cho ra hai điểm I_1, I_2 đối xứng nhau. Chuyển sang bước 5.

Bước 5 : Kiểm tra tính chất bên trái của hai điểm. Kết quả loại bỏ một điểm không hợp lệ, điểm còn lại là I. Chuyển sang bước 6.

Bước 6 : Kiểm tra xem có điểm nào thuộc tập điểm cũ có tọa độ gần sát với I bằng cách : gọi h là độ dài đường cao tam giác e_1-e_2-I , ta đặt $h/5$ là bán kính đường tròn tâm I , duyệt qua tập điểm ban đầu, tính độ dài từ I tới từng điểm.

Nếu xuất hiện điểm P có khoảng cách tới I nhỏ hơn $h/5$ thì chọn P là điểm lí tưởng. loại bỏ I , nếu không gán I bằng P . Sang bước 7.

Bước 7 : Kiểm tra e_1-P và e_2-P có giao cắt với bất kì cạnh nào thuộc $AFT(X)$ trừ ba cạnh e_1-e_2 , e_2-e_3 , $e_{n-1}-e_1$ hay không.

Kiểm tra xem điểm P có nằm trong đa giác tạo bởi tập $AFT(X)$ hay không.

Nếu thỏa đồng thời cả hai điều kiện sang bước 8, nếu không sang bước 14.

Bước 8 : Điểm P lúc này thỏa điều kiện nằm trong đa giác và không giao cắt với bất kì cạnh nào.

Tính bán kính r đường tròn ngoại tiếp tâm I' qua ba điểm e_1-e_2-I .

Tìm tất cả các điểm trên biên $AFT(X)$ nằm về phía bên trái cạnh e_1-e_2 .

Nếu xuất hiện điểm có khoảng cách tới I' nhỏ hơn r chuyển sang bước 9, nếu không chuyển sang bước 13.

Bước 9 : Kiểm tra xem đó là điểm liền trước, hay liền sau cạnh e_1-e_2 . Điểm liền trước là điểm e_{n-1} , điểm liền sau là điểm e_3 .

Nếu là điểm liền trước, sang bước 10.

Nếu là điểm liền trước, sang bước 11.

Nếu là không phải là điểm liền trước hoặc liền sau, sang bước 12.

Bước 10 : Loại điểm P. Xóa cạnh e_1-e_2 và $e_{n-1}-e_1$, thêm cạnh $e_{n-1}-e_2$ vào cuối tập AFT(X). Thêm cạnh e_1-e_2 và $e_{n-1}-e_1$ vào tập RE(X). Quay về bước 1.

Bước 11 : Loại điểm P. Xóa cạnh e_1-e_2 và e_2-e_3 , thêm cạnh e_1-e_3 vào cuối tập AFT(X). Thêm cạnh e_1-e_2 và e_2-e_3 vào tập RE(X). Quay về bước 1.

Bước 12 : Loại điểm P. Đưa cạnh e_1-e_2 về cuối và dịch chuyển cạnh e_2-e_3 lên thành phần tử đầu tiên. Quay về bước 1.

Bước 13 : Xóa cạnh e_1-e_2 , thêm hai cạnh e_1-P và $P-e_2$ lần lượt vào cuối tập AFT(X). Quay về bước 1.

Bước 14 : Điểm P lúc này không nằm trong đa giác hoặc có giao cắt với các cạnh đã tồn tại.

Loại bỏ điểm P. Tính độ dài l và tọa độ trung điểm T của cạnh e_1-e_2 , lấy $l/2$ là bán kính đường tròn ngoại tiếp e_1, e_2 tâm T.

Tìm tất cả các điểm trên biên AFT(X) nằm về phía bên trái cạnh e_1-e_2 .

Nếu xuất hiện điểm có khoảng cách tới T nhỏ hơn $l/2$ chuyển sang bước 9, nếu không chuyển sang bước 13.

Bước 15 : Thoát vòng lặp.

Tập RE(X) chứa các cạnh của quá trình tam giác hóa.

Kết thúc.

Độ phức tạp thuật toán :

Phương pháp đề xuất hoạt động và có tính dừng sau một số hữu hạn bước thực thi trên sáu tập dữ liệu với số phần tử lần lượt là 52, 52, 90, 97, 1350, 5761. Việc đánh giá tính đúng đắn của thuật toán được thực hiện dựa trên quá trình thực thi thuật toán trên tập các dữ liệu vào và quan sát kết quả (đã trình bày ở các phần trước).

Để tính toán độ phức tạp thuật toán, đối với các lệnh rẽ nhánh, thông thường ta xử lý như với các lệnh tuần tự và đi theo nhánh có độ phức tạp lớn hơn để kiểm tra trường hợp xấu nhất. Đối với các câu lệnh đơn có thể tính toán độ phức tạp là $O(1)$. Như vậy ở đây ta chỉ cần xác định các bước có xuất hiện các vòng lặp để tránh việc phải duyệt qua tất cả các câu lệnh.

Gọi n là số phần tử của biên ban đầu, m là số phần tử ban đầu của tập điểm và chọn nhánh thực thi có số bước lớn nhất từ 1 đến 10 (có thể chọn 11 hoặc 12 vì các lệnh đơn ở các bước này ta xem như có cùng thời gian thực thi như nhau).

Ta có :

$$C(n) = C_1n + C_2(n-1) + C_3(n-1) + C_4(n-1) + C_5(n-1) + C_6\sum_1^m t_m + C_{61}\sum_1^m(t_{m-1}) + C_7(n-1) + C_{71}\sum_1^n t_n + C_{71}\sum_1^n(t_n - 1) + C_8(n-1) + C_{71}\sum_1^n(t_n - 1) + C_9(n-1) + C_{10}(n-1)$$

Triển khai toàn bộ các vế, với trường hợp xấu nhất phải duyệt qua tất cả các cạnh và các điểm thuộc tập điểm cũ, thì $t_m = m$ với mọi m , $t_n = n$ với mọi n , và xét khi m, n lớn với m xấp xỉ bằng n .

Thì ta có :

$$C(n) = an^2 + bn - c$$

Với :

$$a = \left(\frac{C_6 + C_{61} + C_{71} + C_{72} + C_{81}}{2} \right) n^2$$

$$b = \left(\frac{2C_6 + 2C_{61} + 2C_{71} + 2C_{72} + 2C_{81} + C_6 - C_{61} + 2C_7 + C_{71} - C_{72} + 2C_8 - C_{81} + 2C_9 + 2C_{10}}{2} \right) n$$

$$c = (C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 + C_7 + C_8 + C_9 + C_{10})$$

Suy ra độ phức tạp trong trường hợp xấu nhất là hàm bình phương n , hay là $O(n^2)$.

CHƯƠNG III : TRIỂN KHAI THỰC NGHIỆM

3.1 Mô tả bài toán

Cho tập X gồm n phần tử. Mỗi phần tử là một điểm có tọa độ x, y, z . Triển khai xây dựng phép tam giác hóa cho tập điểm này.

Yêu cầu bài toán bao gồm :

- Sử dụng các tính chất đặc trưng của phương pháp Delaunay và AFT đó là các phần tử tạo ra không giao nhau (hay là thỏa mãn tiêu chí đường tròn rỗng), quá trình tam giác hóa có thể tiến hành từ biên và lặp tuần tự việc chọn, đặt các điểm tối ưu.
- Các phần tử tạo ra cần hướng đến là các tam giác đều hoặc xấp xỉ đều.
- Biên của lưới tạo thành cần bám sát hình thái của tập điểm, loại bỏ các cạnh thừa.

3.2 Kịch bản thử nghiệm

3.2.1 Môi trường thực nghiệm

- Hệ thống triển khai thử nghiệm sử dụng vi xử lý Intel Core i5, RAM 4GB, hệ điều hành Window 10.

- Sử dụng ngôn ngữ lập trình C/C++ chạy trên nền tảng Microsoft Visual Studio 6.0.

- Có tích hợp thư viện đồ họa OpenGL để hiển thị kết quả.

3.2.2 Kịch bản thử nghiệm

Cho một tập tin có đuôi .node bất kì là chứa tập hợp các điểm cần xử lý. Chương trình sẽ thực thi và xuất các kết quả tại các giai đoạn tạo lưới ra màn hình thông qua sự hỗ trợ của thư viện đồ họa OpenGL.

Các kết quả dự kiến hiển thị bao gồm :

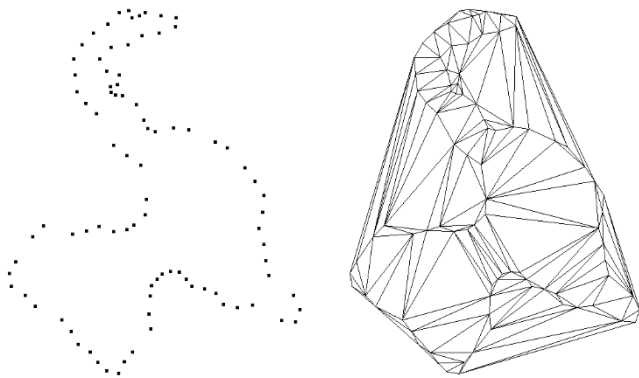
- Lưới tam giác Delaunay.

- Biên Convex-Hull.
- Biên Concave-Hull (cũng chính là biên AFT).
- Lưới tam giác sau xử lý bằng phương pháp đề xuất.

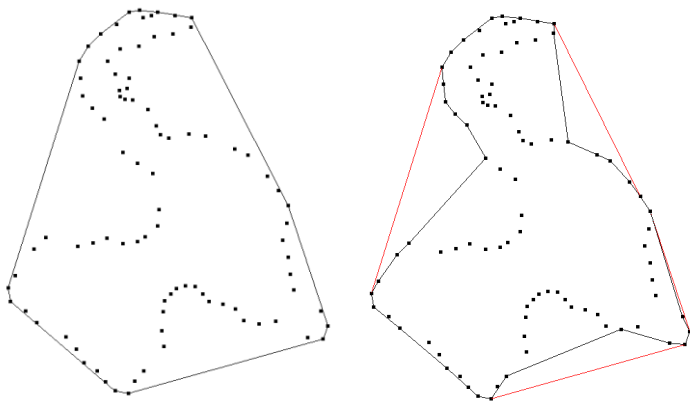
3.3 Thống kê và đánh giá kết quả

3.3.1 Kết quả

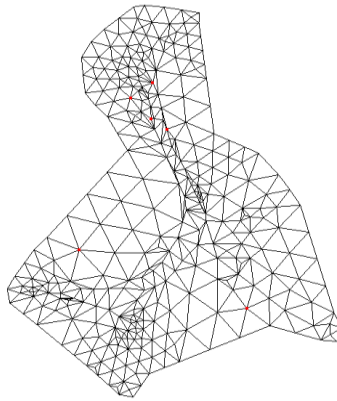
a) Kết quả trên tập *p14-dismesh.node*



Hình 54. Tập điểm đầu vào và lưới tam giác Delaunay

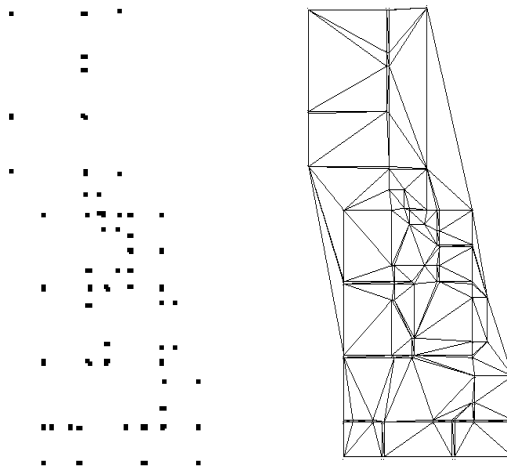


Hình 55. Tập biên Convex Hull và biên AFT

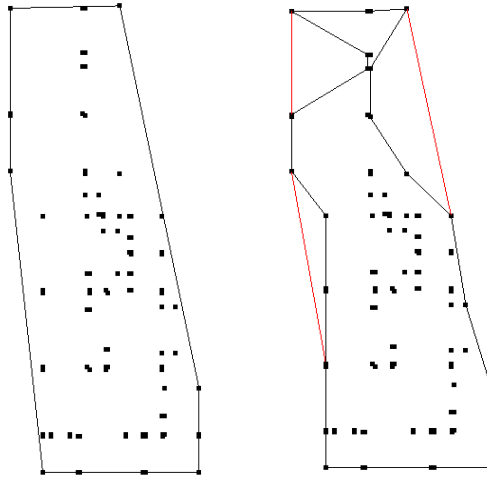


Hình 56. Lưới tam giác hoàn chỉnh

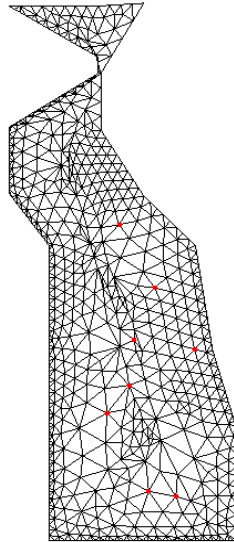
b) Kết quả trên tập p20-dismesh.node



Hình 57. Tập điểm đầu vào và lưới tam giác Delaunay

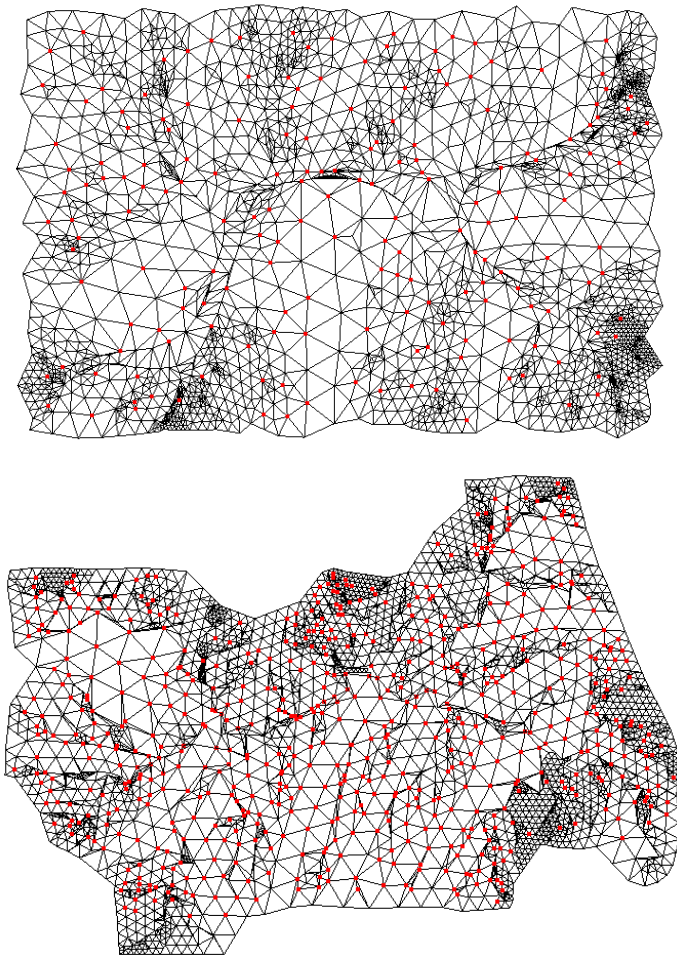


Hình 58. Tập biên Convex Hull và biên AFT



Hình 59. Lưới tam giác hoàn chỉnh

- Một số kết quả thực thi trên các tập điểm khác :



Hình 60. Kết quả tạo lưới trên *test3e.node* và *TelemacSongHan.node*

3.3.2 Thống kê

Tên tập điểm/Tên tiêu chí	p14- distmesh	p20- distmesh	davis	davis01	test3e	TelemacSongHan
A	90	97	52	52	1350	5761
B	14	14	12	12	22	22
C	90	97	52	52	1350	5761
D	249	267	137	137	4015	17245
E	35	29	28	21	95	98
F	35	29	28	21	95	98
G	61	279	41	22	155	211
H	264	350	54	52	1942	2967
I	258	343	52	51	1761	2331
J	6	6	2	1	181	636
K	1521	2107	373	219	11546	14691

Bảng 2. Thống kê số liệu sau khi tạo lưới

Giải thích tiêu chí đánh giá :

A: Tổng điểm ban đầu

B: Số cạnh biên Convex-Hull

C: Số điểm tạo lưới Delaunay

D: Số cạnh trên lưới Delaunay

E: Số cạnh biên Concave-Hull

F: Số cạnh biên AFT trước phân hoạch

G: Số cạnh biên AFT sau phân hoạch

H: Số điểm tạo lưới AFT

I: Số điểm mới thêm vào

J: Số điểm cũ dùng lại

K: Số cạnh trên lưới AFT

3.3.3 Đánh giá

Chất lượng lưới dựa theo phương pháp đề xuất :

- Bề mặt lưới tạo ra có hình thái đều hơn so với bề mặt Delaunay.
- Bề mặt lưới tạo ra có các phần tử là các tam giác đều hoặc xấp xỉ đều chưa hoàn toàn đạt mức 100%.
- Tái sử dụng được số lượng tương đối các điểm thuộc tập hợp ban đầu.
- Biên tự nhiên của tập điểm được xác định chính xác và loại bỏ được các cạnh thừa trong quá trình tạo lưới.
- Tỷ lệ dao động giữa phần tử cạnh lớn nhất – nhỏ nhất giảm xuống.
- Tỷ lệ giữa phần tử góc lớn nhất – nhỏ nhất chưa đạt hiệu quả.
- Vẫn tồn tại độ sai khác nhất định giữa không gian phần tử mong muốn (tức tập các điểm ban đầu) và phần tử thực tế (tức tập điểm lưới tạo ra).

So sánh giữa Delaunay và phương pháp đề xuất :

<i>Tiêu chí/Phương pháp</i>	Delaunay	Phương pháp đề xuất
Sử dụng biên	Không	Có
Mức độ tái sử dụng điểm cũ	Toàn bộ	Dao động phụ thuộc vào quá trình tạo lưới và bản thân tọa độ tập điểm ban đầu.
Số cạnh trên lưới tạo ra	- Phụ thuộc vào biên của từng phương pháp và tập	

	điểm ban đầu.	
Số phần tử là tam giác đều	Khó tính toán bởi bản chất của phương pháp Delaunay không hướng đến việc tạo phần tử tam giác đều.	Tạo ra phần lớn phần tử là tam giác đều hoặc xấp xỉ đều căn cứ vào tiến trình đặt điểm mới hoặc tìm điểm cũ.
Mức độ bám sát hình thái tập điểm đầu vào	Toàn bộ.	Không hoàn toàn.
Mức độ chi tiết không gian phần tử	Phụ thuộc chất lượng tập điểm đầu vào.	Phụ thuộc hai yếu tố cơ bản : chất lượng đều của biên, mức độ tái sử dụng điểm cũ kết hợp tính chất định hướng miền con.
Tỉ lệ các góc trong phần tử tam giác	Tối đa hóa góc cực tiểu và tối thiểu hóa góc cực đại.	Đối với các phần tử là tam giác đều hoặc xấp xỉ đều thì các góc dao động quanh 60 độ, đối với các phần tử không tốt sẽ xuất hiện các góc cực nhỏ.
Số lượng điểm tạo ra trong quá trình tạo lưới	Tăng tuần tự từng điểm một xuất phát từ 3 tới n điểm.	Xuất phát từ tập điểm biên, số lượng điểm tạo ra tăng dần tới ngưỡng cực đại và sẽ giảm dần cho tới khi tập biên bằng rỗng.

Đánh giá chung kết quả đạt được :

- Nghiên cứu và triển khai được các kiến thức liên quan đến Delaunay, AFT.
- Phương pháp đề xuất hoạt động tốt trên tất cả các tập dữ liệu thử nghiệm, đáp ứng đầy đủ các mục tiêu và yêu cầu đặt ra.

Các mặt hạn chế :

- Bề mặt lưới tạo ra chưa đều đạt mức 100%.
- Chưa xử lý được các miền hình học phức tạp xuất hiện trong quá trình tam giác hóa, dẫn đến việc tồn tại các tam giác không đạt yêu cầu như quá nhỏ, tỉ lệ các cạnh không tốt.
- Chưa xử lý được việc làm mịn các phân vùng hình học giao nhau.
- Việc lưu trữ, xử lý dữ liệu trong quá trình thực thi chương trình còn cồng kềnh, phức tạp, gây mất thời gian tính toán.

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Trong luận văn này, tác giả đã trình bày những kiến thức tổng quan về mô hình hóa hình học, lưới và các khái niệm về lưới, phương pháp xây dựng lưới Delaunay, AFT và các yếu tố kỹ thuật có liên quan. Từ đó triển khai nghiên cứu, xây dựng một phương pháp đề xuất kết hợp các đặc điểm tối ưu của Delaunay và AFT nhằm tái tạo mặt lưới đều.

Phương pháp đề xuất của tác giả mang những yếu tố chính của Delaunay và AFT, đó là :

- Đảm bảo quy tắc đường tròn rỗng, hay là các cạnh của các phần tử tam giác con không giao nhau.

- Việc xây dựng lưới được bắt đầu từ biên, xuất phát theo chiều ngược chiều kim đồng hồ, lặp lại tiến trình thêm điểm tuần tự mà các điểm thêm vào đảm bảo các tiêu chí hình học như tạo với cạnh đang xét một góc 60 độ, nằm về bên trái cạnh đang xét, và nằm trong đa diện hiện thời.

Để đảm bảo bề mặt lưới không xuất hiện các tam giác có tính chất không tốt như quá nhỏ, các góc trong không tốt, phương pháp đề xuất còn tích hợp giải quyết bài toán phân hoạch biên nhằm làm mịn biên cho quá trình tiền xử lý.

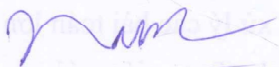
Ngoài ra việc xây dựng cấu trúc dữ liệu phục vụ bài toán cũng được mô tả trong nội dung luận văn. Việc xây dựng các lớp phần tử hình học cơ bản là cần thiết để tiến đến xử lý các bài toán lớn hơn. Ba phần tử sử dụng ở đây là Điểm, Cạnh, Tam giác với các thuộc tính, hàm có chức năng cụ thể riêng. Việc chuyển đổi cấu trúc Cạnh, Tam giác từ không thứ tự sang có thứ tự trong quá trình tái tạo lưới có tính chất quyết định giảm thiểu thời gian tính toán cũng như độ phức tạp thuật toán. Đối với phương pháp tạo lưới Delaunay, một

cấu trúc Cạnh, Tam giác tuân theo thứ tự (cụ thể là quá trình đánh chỉ số từ lớn tới nhỏ), đối với phương pháp đề xuất, vì tính chất bắt đầu từ biên nên yêu cầu đánh lại chỉ số các cạnh theo chiều ngược chiều kim đồng hồ. Các điểm mới thêm vào sẽ tạo ra các cạnh được đánh chỉ số với quy tắc tương ứng.

Một yếu tố khác cần quan tâm trong luận văn này, đó là khái niệm biên, bao lồi, bao lõm. Quá trình tính toán ba phần tử này cho một vùng hình học bất kì là cực kì phức tạp, đặc biệt là bao lõm của một tập điểm. Tác giả đã sử dụng một phương án kết hợp bao lồi của tập điểm kết hợp với thêm tuần tự các cạnh biên còn thiếu từ tập biên của lưới tam giác Delaunay để tạo ra bao lõm có hình thái đáp ứng yêu cầu tốt nhất.

Hiện nay, có rất nhiều các phương pháp xây dựng mặt lưới khác nhau trong cả môi trường 2D và 3D, tuy nhiên việc kết hợp Delaunay và AFT là một hướng đi mới, có nhiều tiềm năng. Hướng phát triển của đề tài này đó là tiếp tục hoàn thiện thuật toán xây dựng lưới nhằm tối ưu thời gian tính toán, tiếp tục nghiên cứu xử lý các tính chất hình học còn phát sinh trong quá trình tạo lưới như các miền hình học giao nhau, xử lý số học trong cấu trúc dữ liệu lưới, và tiến đến xây dựng một phương pháp tạo lưới trong môi trường 3D.

1. 22/02/2017



Lê Văn Nam