



ỨNG DỤNG CẢM BIẾN KINECT VÀO QUÉT CƠ THỂ NGƯỜI APPLYING THE KINECT SENSOR ON SCANNING 3D HUMAN BODIES

Nguyễn Thị Nhung^{1,2}, Lưu Hoàng²

¹Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Số 1 Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng, Hà Nội.

²Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Hưng Yên, Dân Tiến, Khoái Châu, Hưng Yên.

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 16/11/2019

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 22/12/2019

Ngày bài báo được chấp nhận đăng: 26/12/2019

Tóm tắt

Mục đích của nghiên cứu này là phát triển mô hình quét cơ thể 3D với cảm biến Kinect, một tư thế có thể đứng ở các vị trí khác nhau để quét cơ thể từ đó lấy dữ liệu 3D ảo cho ngành may mặc. Ưu điểm là sử dụng Microsoft Kinect rẻ hơn nhiều so với các thiết bị quét 3D thông thường, hệ thống quét đơn giản, gọn nhẹ, dễ di chuyển, tốc độ quét nhanh, thuận tiện để lấy mẫu dữ liệu đo hàng loạt tốt hơn. Trong bài báo này, trình bày kết quả nghiên cứu phương pháp đo 3D sử dụng dữ liệu cảm biến Kinect cho công nghệ may đo và thời trang tại Việt Nam. Xác định một số phương pháp tính toán, chọn tham số của hệ thống, nhận và xử lý tín hiệu. Thiết bị có khả năng quét cơ thể người với kích thước HxR 2,2 m x 1m., độ chính xác nhỏ hơn 7mm.

Từ khóa: Công nghệ quét, mô hình cơ thể 3D, cảm biến Kinect

1. Giới thiệu

Việc xác định được số đo một cách chính xác trên cơ thể con người để cung cấp cho thiết kế trang phục nói riêng và ứng dụng cho các ngành khác nói chung là không đơn giản. Phương pháp truyền thống là phương pháp đo trực tiếp, xác định các mốc đo cơ thể mang tính chủ quan, đòi hỏi người đo cần phải được tập huấn về phương pháp đo. Thêm nữa trong quá trình đo còn có một số vị trí khó xử lý ví dụ như đo vòng đùi tại vị trí đáy quần (nhảy cảm trong quá trình đo)... Ngày nay, với sự phát triển của KHKT đo lường các số đo được xác định chủ yếu bằng phương pháp đo không tiếp xúc gồm: đo gián tiếp 2D và đo gián tiếp 3D. Trong phương pháp đo gián tiếp 2D thì ảnh 2D chụp từ nhiều hướng sẽ được xử lý để trích xuất đường biên, trích xuất mốc đo và tính kích thước cơ thể. Đây là phương pháp được nhiều công trình nghiên cứu bởi giá thành thiết bị không cao, linh hoạt trong quá trình đo, sử dụng đơn giản. Tuy nhiên, kết quả tính kích thước không đạt độ chính xác bằng phương pháp đo gián tiếp 3D và không phân tích dữ liệu được ở những vị trí khuất trên cơ thể người [4][8]. Phương pháp đo gián tiếp 3D sử dụng kỹ thuật chiếu tia laser và ánh sáng trắng phù hợp quét cơ

thể người cho các nghiên cứu nhân trắc trong ngành may. Kết quả của việc quét là tạo ra dữ liệu đám mây điểm để từ đó dùng các phần mềm xử lý tính toán kích thước từ dữ liệu đám mây điểm đo. Đây là phương pháp đo tiên tiến cung cấp độ chính xác đo cao, tốc độ đo nhanh, đo được hình dạng của những mẫu phức tạp và ứng dụng được cho rất nhiều ngành công nghiệp khác nhau như điện ảnh, y học, cơ khí, may mặc [5]....Tuy nhiên, đây là phương pháp đo mới số lượng các công trình nghiên cứu tại Việt Nam còn hạn chế chưa đáp ứng được yêu cầu thực tế. Bên cạnh đó nó cũng có những mặt hạn chế nhất định với thiết bị đo hiện đại, tốn nhiều chi phí, điều kiện chụp ảnh và thiết lập hệ thống xử lý dữ liệu phức tạp. Tại Việt Nam chỉ duy nhất Viện Dệt May Hà Nội được trang bị hệ thống đo gián tiếp của hãng TC2 chính vì vậy việc tiếp cận và sử dụng hệ thống để phục vụ nghiên cứu và sản xuất gặp nhiều khó khăn. Với phương pháp này dữ liệu thu được với độ sâu rõ ràng và không bị ảnh hưởng của ánh sáng môi trường xung quanh. Nhằm đáp ứng nhu cầu thực tế đề tài đã nghiên cứu chế tạo ra một thiết bị đo gián tiếp 3D ứng dụng đo kích thước cơ thể người sử dụng cảm biến Kinect có chi thấp mà vẫn đảm bảo được yêu cầu đo. Hệ thống dùng cụm cảm

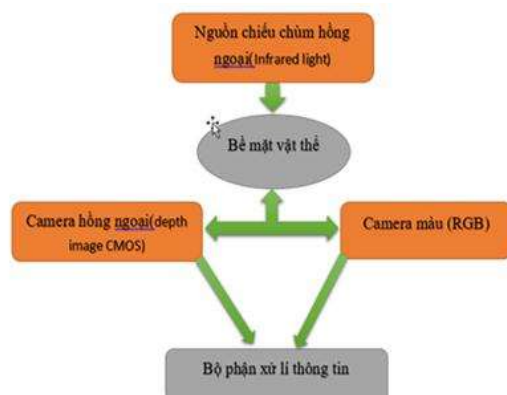
biến Kinect hiện nay đang được nhiều nhà nghiên cứu đưa vào ứng dụng như làm phim hoạt hình, chuyển động Robot rất hiệu quả vì hệ thống thiết bị nhỏ gọn, đơn giản, tốc độ thu nhận hình ảnh và xử lý dữ liệu. Với ứng dụng này cũng đã được một số nhà nghiên cứu trên thế giới đã nghiên cứu tuy nhiên họ cũng không chỉ rõ được việc ứng dụng vào ngành may mặc có hiệu quả hay không [6], [7], [8], [9]. Chính vì vậy là cơ sở, động lực cho nhóm nghiên cứu tiếp tục tìm hiểu, góp phần vào việc khai thác thiết bị 3D, phương pháp quét 3D cơ thể người một cách hiệu quả hơn. Sau một khoảng thời gian nhóm nghiên cứu đã hoàn thành việc chế tạo thiết bị quét cơ thể người sử dụng cảm biến Kinect, đặc biệt đến nay ở Việt Nam chưa có công trình nghiên cứu nào ứng dụng cụm cảm biến Kinect vào quét cơ thể người để lấy dấu hiệu nhân trắc phục vụ cho ngành Dệt may một cách hoàn thiện. Hơn nữa chủ nhiệm đề tài muốn kế thừa công trình nghiên cứu năm 2017 của mình liên quan đến lĩnh vực này là cơ sở để nghiên cứu nâng cấp, hiệu chỉnh hệ thống thiết bị [1].

Trong bài viết này, tác giả đã thiết lập được hệ thống đo lường, xử lý dữ liệu hình ảnh thu được thành dữ liệu đám mây điểm. Cùng với đó, tác giả đưa ra phương pháp hiệu chuẩn khoảng cách thiết bị đến đối tượng đo để thu được kết quả thực nghiệm đáp ứng tiêu chuẩn.

2. Công nghệ quét cơ thể người bằng cảm biến Kinect

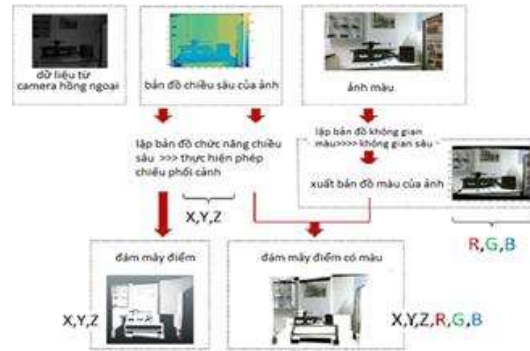
2.1. Phương pháp đo quét 3D sử dụng Kinect

Sơ đồ khối hệ quét 3D sử dụng cảm biến Kinect



Hình 1. Sơ đồ khối hệ thống quét.

Nguyên lý xuất dữ liệu đầu ra của Kinect v2 và tóm tắt tính toán đám mây điểm:



Hình 2. Nguyên lý xuất dữ liệu đầu ra của Kinect v2

Ở phương pháp này sử dụng thiết bị Kinect là thiết bị quét chụp đối tượng vật thể. So sánh với phương pháp ánh sáng cấu trúc thì thiết bị sử dụng đã được tích hợp trở nên gọn gàng tiện lợi cho việc di chuyển (về mặt thiết bị):



Hình 3. Sơ đồ phương pháp ánh sáng cấu trúc và phương pháp sử dụng Kinect

2.2. Lựa chọn phương án thiết kế hệ thống từ phương pháp sử dụng Kinect V2

Hệ thống máy quét 3D cơ thể người sử dụng Kinect V2 bao gồm:

Hệ thống bàn xoay: Bàn đặt vật đo được thiết kế có thể quay vật thể cần quét đảm bảo diện tích quét trên vật đo được tối đa với chuyển động chính là quay các góc khác nhau trên mặt phẳng chứa vật (quanh trục Oz) nhờ động cơ được gắn vào một đai răng dẫn động cho bàn quay

Chân đỡ máy ảnh: Có nhiệm vụ làm giá đỡ cho cảm biến Kinect V2, có thể điều chỉnh chiều cao và góc nhìn của Kinect V2 so với mặt đất

Microsoft Kinect sử dụng trong nghiên cứu này là **Kinect V2** có kích thước 14.8" x 5.9" và 4.8", khối lượng 3kg. Mỗi Kinect đều có một camera RGB, một cảm biến độ sâu (deep sensor) và dây microphone, cung cấp đầy đủ khả năng

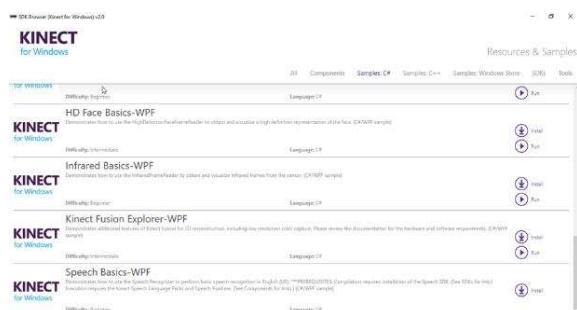
chụp chuyển động cơ thể dưới dạng 3D, nhận dạng khuôn mặt và giọng nói.



Hình 4. Cấu tạo của cảm biến Kinect V2

Một máy tính cá nhân có cổng 3.0 và cấu hình vừa đủ được sử dụng để kết nối với Kinect V2. Việc sử dụng 1 chiếc máy tính có cấu hình cao sẽ giúp việc thực hiện thu quét hình ảnh và xử lý dữ liệu nhanh hơn và chính xác hơn.

Sử dụng phần mềm xử lý tín hiệu quét chụp – SDK Microsoft:

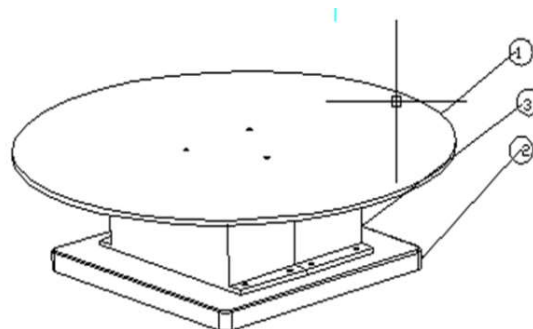


Hình 5. Giao diện phần mềm SDK

Trên hình 5 là giao diện phần mềm của thiết bị đo biên dạng 3D sử dụng cảm biến Kinect v2. Có thể tùy chỉnh chất lượng ảnh nằm trong “voxels per meter” sau đó tiến hành hiệu chuẩn thiết bị vào chương trình xử lý. Trên giao diện còn có thanh công cụ chứa chức năng định dạng file ghép như “STL, PLY hay OBJ” để chúng ta có thể tùy chọn xuất dễ dàng hơn.

Công cụ: Khối lượng độ phân giải điểm ảnh 3 chiều; cường độ giải mã xác định ngưỡng nhị phân của điểm ảnh. Xác định được khối lượng điểm ảnh 3 chiều trên mỗi mét (tập trung mật độ điểm ảnh), giới hạn không gian chiều sâu quét đối tượng...

Việc thiết kế hệ thống bàn xoay, điều khiển hệ thống thiết bị đo được ứng dụng từ trước đó [1].

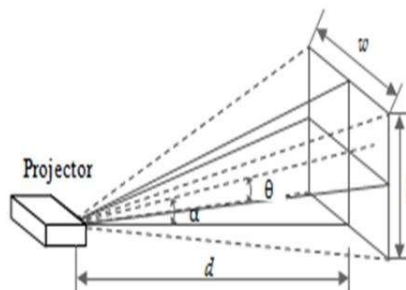
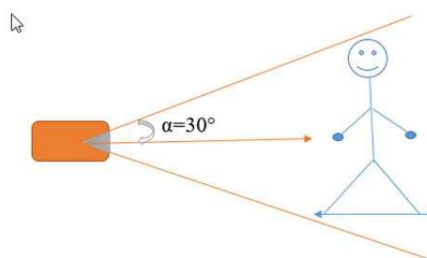


Hình 6. Mô hình hệ thống bàn xoay

2.3. Phương pháp xác định thông số của hệ thống đo

Trong phương pháp đo này khoảng cách từ máy chiếu đến vật thể (L) sẽ ảnh hưởng đến phạm vi đo và độ phân giải. Để xác định khoảng cách L cho thấy rằng nếu L nhỏ thì diện tích ảnh mẫu chiếu lên vật nhỏ như vậy để chiếu được hoàn toàn chiều cao của cơ thể người sẽ phải chiếu nhiều lần. Nếu khoảng cách L lớn thì tỉ lệ phóng đại ảnh mẫu do máy chiếu chiếu sẽ lớn làm cho độ phân giải của thiết bị thấp.

Bước 1: xuất phát từ thông số thiết bị Kinect V2 từ nhà sản xuất với sơ đồ không gian quét như sau :



Hình 7. Góc mở theo chiều dọc của camera hồng ngoại
Xác định được L:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{h/2}{L} \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{w/2}{L} \quad (2)$$

Trong đó:

α là góc mở theo chiều dọc của camera với vật đo;

θ là góc mở theo chiều ngang của camera với vật đo

Xuất phát từ $\alpha = 30^\circ$ của bộ thông số thiết bị mà nhà sản xuất cho, theo (1) tính được khoảng cách L_0 tối thiểu để đặt thiết bị Kinect:

$$L_0 = \frac{\frac{h}{2}}{\tan \alpha} = \frac{\frac{1800}{2}}{\tan 30} = 900\sqrt{3} \text{ (mm)} = 156 \text{ (cm)}$$

(3)

Đây là L_0 theo lý thuyết tính được, cần thực nghiệm kiểm tra L_0 qua phần mềm để kiểm chứng

Do chiều cao lớn hơn rất nhiều chiều ngang của đối tượng đo nên chỉ khảo sát góc mở α của camera hồng ngoại mà không xét đến góc mở theo chiều ngang

Bước 2: Kiểm tra L_0 qua phần mềm

Khoảng cách đặt Kinect là: 156 (cm)

Chiều cao Kinect so với mặt đất là: $h_0 + h/2 = 30 + 90 = 110$ (cm)

Đánh giá: Với khoảng cách L_0 lý thuyết thì hình ảnh thu được có không gian vừa đủ chứa toàn bộ kích thước của đối tượng với chiều cao h .

3. Kết quả ứng dụng

3.1. Kết quả thiết kế hệ thống

Với phương pháp và tính toán xây dựng được mô hình thử nghiệm như hình 8.



Hình 8. Hệ thống thiết bị đo bằng cảm biến Kinect

Thiết bị sử dụng cụm đầu đo gồm máy chiếu công nghệ DLP có độ phân giải 1024x768.

Camera DFK 41BU02 có độ phân giải 1280x960. Bàn quay có thể chịu tải 100kg với vận tốc quay có thể thay đổi được. Thí nghiệm được thực hiện với điều kiện ánh sáng môi trường được kiểm soát.

Mô hình thử nghiệm hệ thống đo bước đầu đã tạo và thu được dữ liệu quét một cách dễ dàng tránh ảnh hưởng nhiễu của môi trường.

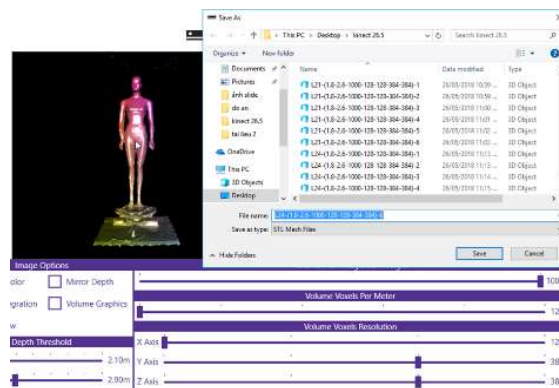
3.2. Kết quả xác định một số thông số kích thước cơ thể người

Với $L_1 > L_0 = 156$ cm

Các yếu tố kiểm tra trên dữ liệu thu được: Số điểm ảnh; bề mặt tạo thành; số đo chiều cao; số đo vòng ngực; sai số tuyệt đối và sai số tuyệt đối trung bình của mỗi lần đo.

Lựa chọn khoảng cách khảo sát như sau: $L_1 = 180$ cm; $L_2 = 210$ cm; $L_3 = 240$ cm; $L_4 = 270$ cm; $L_5 = 300$ cm lần lượt thu được kết quả như sau:

Kích thước chiều cao và vòng ngực tiêu chuẩn của manocanh: 1800mm và 820mm

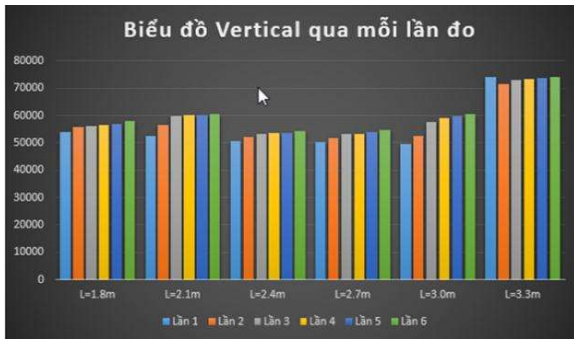


Hình 9. Các lần đo kích thước chiều cao và vòng ngực với $L_1 = 180$ cm

3.2.1. Sự ổn định của hệ thống

Ở các bước thực nghiệm lấy kết quả trên đã tiến hành 6 lần đo quét với mỗi khoảng cách L_i . Thời gian của mỗi lần xuất kết quả trong cùng 1 khoảng cách được lựa chọn ở đây là: $T = 60$ s

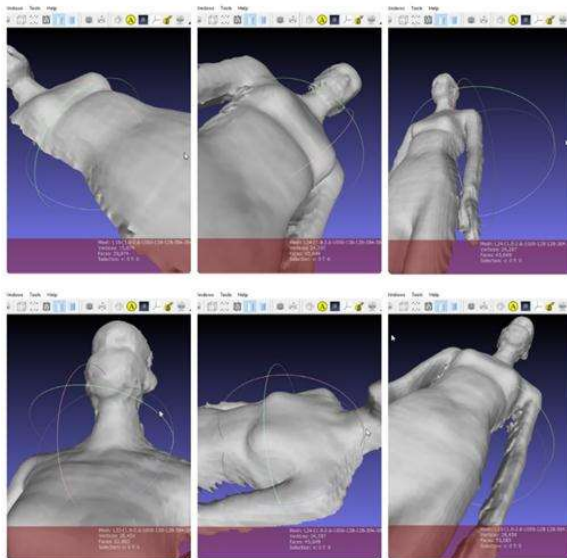
Từ kết quả số lượng điểm ảnh thu được và chất lượng cũng như kích thước của mỗi hình ảnh, lập ra sơ đồ thể hiện sự thay đổi như sau:



Biểu đồ 1. Sự thay đổi điểm ảnh qua mỗi lần đo
Nhận xét:

Với mỗi khoảng cách Li, thấy rằng số điểm ảnh thu được sẽ tăng lên liên tục và ổn định. Trong khoảng 2 lần đo đầu tiên thì số điểm ảnh tăng mạnh, thể hiện sự chưa ổn định của hệ thống. Thời gian để số điểm ảnh thu được là ổn định: $t=2T=2 \times 60=120(s)$.

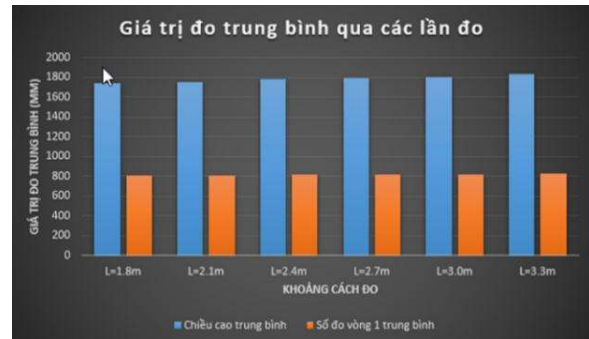
Sau thời gian ổn định hệ thống, hình ảnh thu quét được có chất lượng hình ảnh tốt và ổn định nhất đối với phạm vi khoảng cách tương ứng.



Hình 10. Chất lượng bề mặt sau khi ổn định qua các lần đo ứng với 6 khoảng cách khảo sát

3.2.2. Đánh giá sự ảnh hưởng của khoảng cách đến độ chính xác

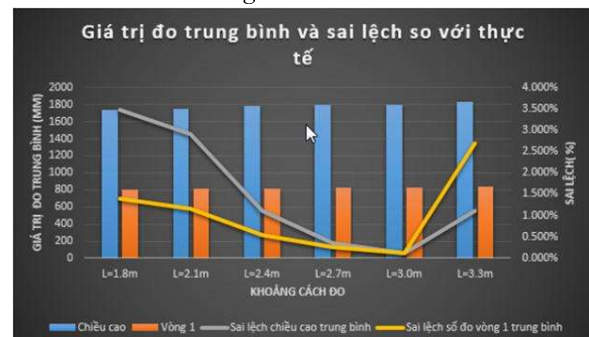
Từ kết quả tính toán kích thước trung bình và sai số kích thước trung bình với 2 bộ số liệu là chiều cao đối tượng và số đo vòng 1. Lập biểu đồ sự thay đổi kích thước và sai số kích thước:



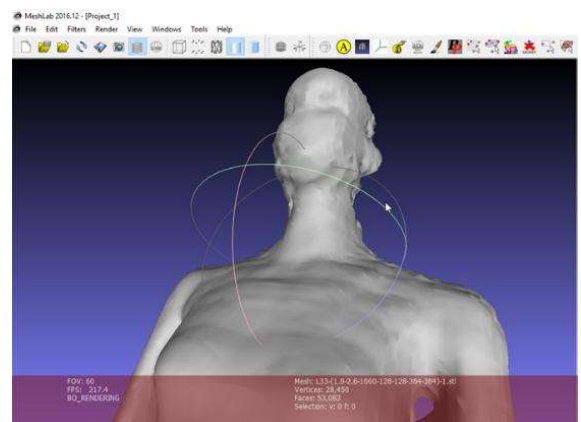
Biểu đồ 2. Kích thước chiều cao và số đo vòng 1 của từng khoảng cách



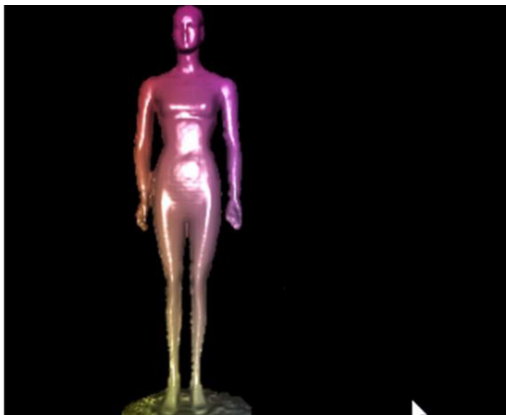
Biểu đồ 3. Sai lệch kích thước trung bình ứng với các khoảng cách khác nhau



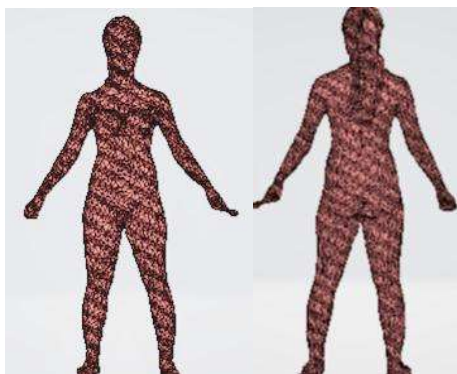
Biểu đồ 4. Giá trị đo trung bình và sai lệch thực tế
3.2.3. Đánh giá kết quả thực nghiệm



Hình 11. Chất lượng bề mặt khi khoảng cách lớn hơn 3m, mặt manacanh không phân biệt rõ các bộ phận



Hình 12. Dữ liệu 3D (manocanh) thu được sau quét



Hình 13. Dữ liệu cơ thể người thu được sau quét

Từ kết quả số liệu quét chụp và hệ thống biểu đồ trên, có thể đưa ra 1 số đánh giá sau: Đối với đối tượng nghiên cứu có chiều cao 180cm, số đo vòng 1 là 820cm thì kích thước đo quét được đánh giá qua biểu đồ khi thay đổi kích thước từ $L = 1,8m$ đến $L = 3,3m$. Từ khoảng cách 1,8m đến 2,4m thì sai số kích thước giảm dần từ 3,5% cho đến 1%. Từ khoảng cách 2,4m đến 3m thì sai số kích thước giảm dần nhưng ổn định hơn, kết quả đo quét tương đối chính xác và gần với kích thước thực. Ở khoảng cách 3m thì chất lượng hình ảnh

thu được là tốt nhất và sai số kích thước là nhỏ nhất. Với khoảng cách lớn hơn 3m thì sai số tăng mạnh, chất lượng hình ảnh kém.

Như vậy khoảng cách tối ưu từ Kinect tới đối tượng là từ 2,4m cho đến 3m

4. Kết luận

Kết quả thu được thiết kế và chế tạo hệ thống cơ khí máy quét với đối tượng cơ thể người. Ứng dụng thuật toán dựng hình và ghép hình tương đối mạnh. Setup hệ thống cũng như thông số phần mềm tối ưu để ứng dụng đo đối tượng. Đánh giá được sự ảnh hưởng từ yếu tố khoảng cách đo đến kết quả thu quét đối tượng. Nghiên cứu sâu hơn về kết quả và độ chính xác cho phương pháp đo 3D bằng Camera Kinect V2. Kết quả thu quét cho chất lượng bề mặt và chất lượng hình ảnh tương đối rõ nét và bước đầu có thể ứng dụng được trong một số lĩnh vực như thời trang may mặc hay sinh trắc cơ thể.

Tuy nhiên vẫn còn hạn chế và hướng nghiên cứu tiếp theo: Thời gian quét chụp và xử lý còn chậm, bộ phận xử lý tín hiệu cần có cấu hình cao để thời gian đáp ứng việc quét chụp nhanh hơn. Chưa ứng dụng phần mềm ghép tự động. Đặc biệt đối tượng nghiên cứu macocanh là vật tĩnh có tính ổn định cao, còn khi quét trên cơ thể người có độ rung nhất định, chính vì vậy ảnh hưởng đến độ chính xác của phép đo. Trên cơ sở đó là hướng nghiên cứu tiếp theo cho nhóm nghiên cứu như nghiên cứu phần mềm trích xuất được dữ liệu 3D tự động, tìm hiểu những yếu tố ảnh hưởng đến quá trình quét trên đối tượng thật, so sánh độ chính xác của máy quét sử dụng cảm biến Kinect với một số máy quét 3D cơ thể người thương mại trên thị trường hiện nay.

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Thị Nhung, Nguyễn Thị Kim Cúc, Nguyễn Văn Vinh, Phan Thanh Thảo (10/2016), *Một số kết quả chế tạo thiết bị đo thông số kích thước cơ thể người bằng ánh sáng cấu trúc*, Hội nghị khoa học công nghệ toàn quốc về cơ khí - động lực 2016.
- [2] Nguyễn Thị Nhung, Phan Thanh Thảo. "Nghiên cứu xây dựng hệ thống cỡ số trang phục nữ giới độ tuổi 35 đến 55 địa bàn thành phố Hưng Yên ". Tạp chí Khoa học và Công nghệ các trường kỹ thuật, số 114, năm 2016.ISSN: 2354-1083.
- [3] Nguyễn Thị Nhung, Phan Thanh Thảo, Nguyễn Thành Hùng, Lê Trọng Tín. "Xác định các kích thước cơ thể người từ dữ liệu đám mây điểm 3 chiều".Tạp chí Khoa học và Công nghệ - trường ĐHSPKT Hưng Yên. Số 15, 9/2017, ISSN 2354-0575.

- [4] Nguyễn Thị Ngọc Quyên (2015), *Nghiên cứu ứng dụng phương pháp đo gián tiếp 2D và xây dựng hệ thống kích thước cơ thể nam sinh viên phục vụ ngành May*, Luận án tiến sĩ, Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [5] Lê Quang Trà (2016), *Nghiên cứu đo biên dạng 3D của chi tiết bằng phương pháp xử dụng ánh sáng cấu trúc*, Luận án tiến sĩ, Đại học Bách Khoa Hà Nội.
- [6] Andrea Tagliasacchi, Ibraheem Alhashim, Matt Olson, and Hao Zhang. Mean curvature skeletons. *Computer Graphics Forum*, 31(5) :1735–1744, 2012.
- [7] L. Shapira, A. Shamir, and D. Cohen-Or. *Consistent mesh partitioning and skeletonisation using the shape diameter function*. The Visual Computer, 24(4):249–259, 2008.
- [8] S. Gottschalk, M. C. Lin, and D. Manocha. OBBTree: A hierarchical structure for rapid interference detection. *Proceedings of the 23rd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, New Orleans, Louisiana, 1996, pp. 171–180.
- [9] Liu, R., & Zhang, H. (2007). Mesh segmentation via spectral embedding and contour analysis. *Computer Graphics Forum*, 26(3), 385–394. <http://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2007.01061.x>

APPLYING THE KINECT SENSOR ON SCANNING 3D HUMAN BODIES

Abstract :

In this study, a 3D body scan model has developed by applying the Kinect sensor. The 3D body of model has scan in different positions to obtain virtual 3D data for the garment industry. The method have much advantages that the conventional method. The Microsoft kinect is much cheaper than conventional 3D scanning devices with simple scanning system, compact, easy to move, fast scanning speed, convenient to sample measurement data. The obtained research results of 3D measurement are used for tailor technology and fashion in Vietnam. The calculation methods, selected parameters of the system, receive and process signals have defined. The device can be scanned the human body with dimensions HxR 2.2 m x 1m, and it's accuracy is less than 7mm

Keywords: Scanning technology, 3D body model, Kinect sensor