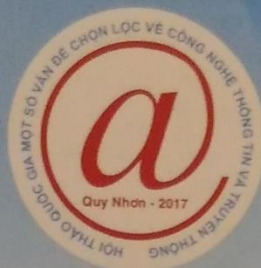


VIỆN CÔNG NGHỆ THÔNG TIN - TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUY NHƠN

**HỘI THẢO QUỐC GIA LẦN THỨ XX**

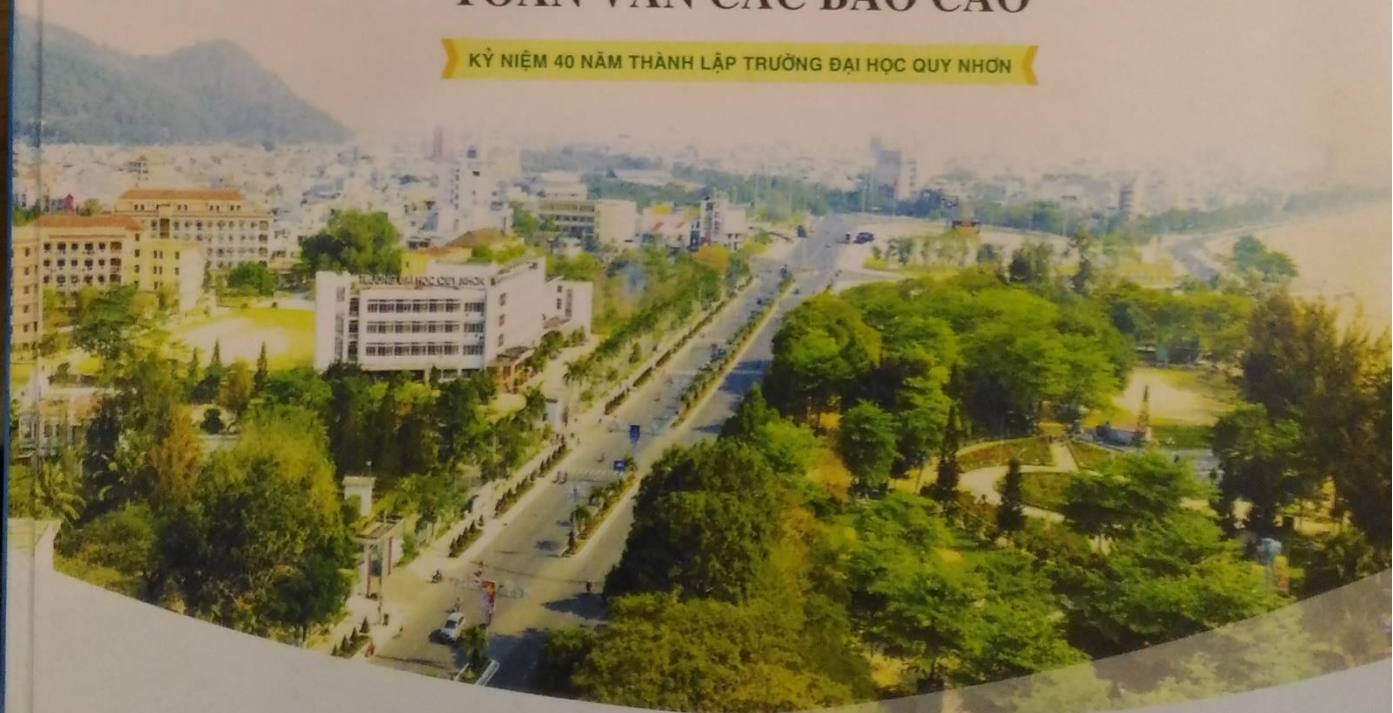
QUY NHƠN - BÌNH ĐỊNH, NGÀY 23-24 THÁNG 11 NĂM 2017



# **MỘT SỐ VẤN ĐỀ CHỌN LỌC CỦA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN VÀ TRUYỀN THÔNG**

**CHỦ ĐỀ: AN NINH KHÔNG GIAN MẠNG  
TOÀN VĂN CÁC BÁO CÁO**

KỶ NIỆM 40 NĂM THÀNH LẬP TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUY NHƠN



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

## Một kỹ thuật chiếu sáng trong trưng bày ảo dựa vào lightmap

Đỗ Văn Thiện

Phòng Công nghệ thực tại ảo,  
Viện Công nghệ thông tin,  
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam  
Hà Nội, Việt Nam  
thiendv@ioit.ac.vn

Trịnh Hiền Anh

Phòng Công nghệ thực tại ảo,  
Viện Công nghệ thông tin,  
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam  
Hà Nội, Việt Nam  
hienanh@ioit.ac.vn

Đỗ Năng Toàn

Viện Công nghệ thông tin,  
Đại học Quốc gia Hà Nội, Việt Nam  
donangtoan@vnu.edu.vn

Trịnh Xuân Hùng

Phòng Công nghệ thực tại ảo,  
Viện Công nghệ thông tin,  
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam  
Hà Nội, Việt Nam  
trxhung@ioit.ac.vn

Ngô Đức Vĩnh

Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội  
Hà Nội, Việt Nam  
ngoducvinh@gmail.com

Nghiêm Văn Hưng

Học viện Khoa học và Công nghệ,  
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam  
nghiemvanhung1985@gmail.com

**Tóm tắt:** Trưng bày ảo là một trong những chủ đề rất được quan tâm trên thế giới, mục đích của trưng bày ảo là thể hiện được không gian giống môi trường thật và thời gian thực. Vai trò của ánh sáng đối với các ứng dụng này luôn được đặt lên hàng đầu, vì vậy cũng cần thể hiện ánh sáng sao cho chân thực và thời gian tính toán nhanh. Trong bài báo này chúng tôi đề xuất một kỹ thuật tăng tốc cho chiếu sáng trong trưng bày ảo dựa vào lightmap. Kỹ thuật đề xuất đã được cài đặt thử nghiệm và tỏ ra hiệu quả cho các đối tượng tĩnh và nguồn sáng cố định.

**Từ khóa:** lighting of 3D; light in virtual exhibition...

### I. GIỚI THIỆU

Trong những năm gần đây việc sử dụng nhập vai trong thực tại ảo là một xu hướng công nghệ tương đối mới và thích thú của cộng đồng nghiên cứu và phát triển khoa học, quân sự và công nghiệp... [1, 2]. Đặc biệt khi nghiên cứu về trưng bày nói chung, trưng bày thật có một số nhược điểm như: phí thăm quan, người xem cần phải đến tận nơi, khoảng cách địa lý xa xôi, thiếu không gian... và khá tốn thời gian. Vì vậy thế giới đã thay đổi sang một xu hướng mới trong trưng bày là trưng bày ảo, tại đây người dùng có thể nhập vai tương tác với những hiện vật được trưng bày như ở ngoài đời thực. Đây là một lĩnh vực khá mới đòi hỏi phải áp dụng nhiều các lĩnh vực khoa học liên quan như kiến trúc, lịch sử, nghệ thuật trưng bày...

Có khá nhiều công nghệ để thực hiện trưng bày ảo, có thể kể đến như Panorama, AR (Augmented Reality), VR (Virtual Reality)...



Hình 1. Một số bảo tàng ảo trên thế giới.

Trong bài toán trưng bày ảo phải yêu cầu phải đảm bảo việc người thăm quan không trưng bày ảo như ở ngoài đời thực, để thể hiện tốt điều đó một yếu tố rất quan trọng được chú trọng là ánh sáng, để phục vụ cho việc chiếu sáng các không gian, hiện vật một cách sinh động về màu sắc cường độ... để tạo cảm giác thích thú cho người thăm quan [3, 4]. Hiện nay có rất nhiều lý thuyết nghiên cứu về ánh sáng phục vụ cho trưng bày: loại ánh sáng, cường độ, màu sắc phù hợp cho từng loại không gian... Theo nghiên cứu của Strauss. Có ba loại nguồn chiếu sáng cơ bản: nguồn chiếu sáng điểm, mô tả sự chiếu sáng bắt nguồn từ một điểm trong không gian (ví dụ như một bóng đèn); nguồn chiếu sáng song song, mô tả các tia sáng chạy song song từ một hướng nhất định (ví dụ như mặt trời), có thể được coi là tương đương với một nguồn sáng điểm nhưng đặt ở một khoảng cách vô hạn; nguồn sáng môi trường, là một loại nguồn sáng trừu tượng, tác động như nhau lên mọi điểm trong không gian. Khi nghiên cứu về chiếu sáng trong trưng bày ảo gặp rất nhiều vấn đề bản thân

trung bày ảo cần phải thời gian thực: có rất nhiều đối tượng được mô hình hóa (đôi khi với những cảnh phức tạp có hàng triệu polygon), vì vậy khi xử lý ánh sáng chúng ta không thể mong chờ chiếu sáng đẹp như những phần mềm chuyên dụng như Vray... Bên cạnh đó phương pháp tạo bản đồ sáng lightmap là một cách tính toán trước sự tác động của ánh sáng đến bề mặt của đối tượng trong một cảnh và lưu dưới một ảnh 2D, khi kết hợp với bản đồ kết cấu (texture) sẽ tạo ra kết quả của việc chiếu sáng. Khi thực hiện chương trình tương tác không cần phải quan tâm đến việc tính toán ánh sáng. Mặt khác: do bảo tàng đều gồm những hiện vật tĩnh, ánh sáng được thiết lập cố định. Và với bài toán trung bày ảo nói riêng và thực tại ảo nói chung, tốc độ thời gian thực luôn luôn được hưởng đến, đặc biệt khi chúng ta có rất nhiều hiện vật được trung bày, nên việc tính toán ánh sáng rất tốn thời gian. Từ hai yếu tố trên bài báo sử dụng phương pháp tính lightmap cho bài toán trung bày ảo. Đồng thời bài báo cũng đề xuất phương pháp áp dụng lightmap trong trung bày ảo một cách linh động nhằm cải thiện tốc độ tính toán so với những cách thông thường.

Phần còn lại của bài báo được phân bố như sau: phần 2 trình bày một số nghiên cứu liên quan, phần 3 kỹ thuật tăng tốc chiếu sáng của trung bày ảo sử dụng kết hợp lightmap và chiếu sáng thực, phần 4 là một số hình ảnh thử nghiệm.

## II. MỘT SỐ NGHIÊN CỨU LIÊN QUAN

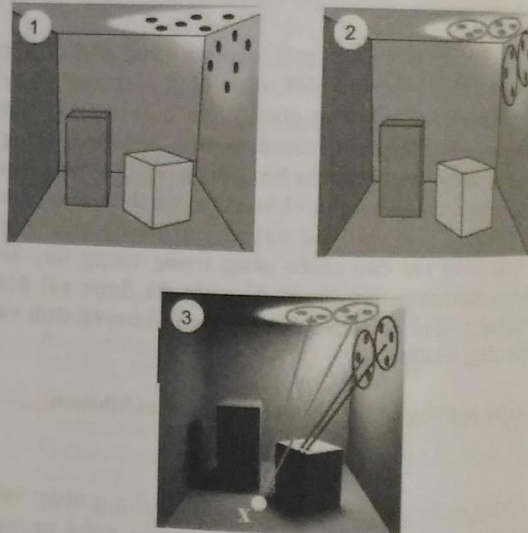
Phương pháp tính toán bản đồ sáng (lightmap) là một phương pháp khá phổ biến, tuy nhiên chỉ có một vài bài báo tập trung vào quá trình tạo ra lightmap. Các phương pháp đều giải quyết về tốc độ tính toán và vấn đề bộ nhớ. Ban đầu light map thường được tạo ra bằng cách sử dụng radiosity [7] phương pháp này giải quyết chiếu sáng toàn cục cho một cảnh mà hoàn toàn độc lập với điểm nhìn, nghĩa là kết quả là như nhau khi điểm đặt mắt ở vị trí khác nhau. Về nguyên tắc hai phương pháp dò tia [16] hoặc [19] cũng có thể sử dụng để tạo lightmap [10]. Tuy nhiên để hoàn thành việc chiếu sáng trong một cảnh lớn thường đòi hỏi thời gian dựng hình rất dài.

Gần đây phương pháp ray-bundles [21] đã được sử dụng để tạo light maps chỉ trong vài phút. Các kỹ thuật chiếu sáng toàn cầu dựa trên Voxel [20] hoặc [22] có thể tính toán gần đúng ngay cả với các đối tượng động. Phương pháp chiếu sáng toàn cầu nhiều nguồn sáng được giới thiệu lần đầu tiên bởi [17] khá hiệu quả thậm chí với cảnh lớn, tính toán sự phân bố của điểm sáng ảo, từ những điểm sáng ảo này tính toán lần lượt, sau đó tổng hợp lại tạo thành bản đồ sáng. Để có khả năng mở rộng tốt hơn [18] đã giới thiệu phương pháp lightcuts để gom cụm những ánh sáng ảo và cắt giảm thích hợp qua cây ánh

sáng (light - tree) trên mỗi pixel, phương pháp này giảm đáng kể chi phí dựng hình.

Hầu hết các phương pháp đều sử dụng điểm sáng ảo (Virtual point light) nhằm cải thiện tốc độ. Gần đây [12] đã giới thiệu ánh sáng ảo hình cầu nhằm giảm thiểu các điểm dị thường. Hay [13] cũng tiếp cận vấn đề này bằng cách bù năng lượng bị mất trong không gian màn hình như là một hiệu ứng khi xử lý. Đối với những cảnh lớn [14, 15, 9] thực hiện gom cụm [11] điểm sáng ảo để giảm thiểu số lần tính toán.

Như vậy những nghiên cứu liên quan chủ yếu tăng tốc độ tính toán sinh lightmap. Và trong bài báo này chúng tôi sử dụng phương pháp của [15]. Y tưởng của phương pháp như sau: Chia nguồn sáng chính thành các nguồn sáng ảo (nguồn sáng gián tiếp). Trước đây với mỗi một điểm trên scene sẽ tính toán giá trị ánh sáng lần lượt với mỗi nguồn sáng ảo, sau đó tổng hợp lại thành giá trị cuối cùng. Cải tiến của phương pháp này là gom cụm các nguồn sáng ảo lại, sau đó thay thế thành nguồn sáng tương đương. Giảm thiểu rất nhiều thời gian tính toán. Có thể mô tả quá trình như hình sau:



Hình 2. Phương pháp Radiosity cải tiến tạo lightmap

Nguồn sáng S được phân rã thành N nguồn sáng gián tiếp được gọi là Virtual Point Light. Xấp xỉ giá trị phản xạ chiếu sáng của nguồn ban đầu  $L(x, \omega_0)$  với hướng  $\omega_0$  thành N nguồn sáng với thông lượng bức xạ  $\Phi_i$

$$L(x, \omega_0) = \sum_{i=1}^N L_i(x, \omega_0) V(P_i, x)$$

Trong đó :

$$L_i(x, \omega_0) = f_r(x, \omega_1, \omega_0) \frac{\Phi_i \cos(\theta_i) \cos(\theta_x)}{d_i^2(x)}$$

•  $d_i(x)$  là khoảng cách từ nguồn sáng ảo i tới điểm nhận x

- $\theta_i$  là góc giữa đường nối nguồn sáng ảo  $I$  tới điểm  $x$  và vector pháp tuyến điểm nhận  $x$ .
- $V$  là hàm nhị phân thể hiện khả năng nhìn thấy của điểm  $x$  và vị trí nguồn sáng  $P_i$
- $f_r(x, \omega_i, \omega_0)$  là BRDF [6] tại điểm  $x$  từ hướng  $\omega_i$  tới nguồn sáng ảo  $i$  hướng  $\omega_0$
- $\phi_i$  là cường độ bức xạ của nguồn sáng  $i$ .

Tiếp theo việc sinh ra hàm  $V$  (trước đây dùng Raytracing) sau đó thay thế bằng hàm  $\bar{V}_i$  có thể viết lại như sau:

$$L(x, \omega_0) = \sum_{i=1}^N L_i(x, \omega_0) \bar{V}_i$$

Để tăng tốc độ tính toán thì người ta đã gom cụm những nguồn sáng đơn lẻ thành  $M$  cụm. Có thể viết lại như sau:

$$L(x, \omega_0) = \sum_{i=1}^N L_i(x, \omega_0) \overline{V_{C(i)}}(x)$$

ở đây người ta sử dụng một phép ánh xạ sao  $[1..N] \rightarrow [1..M]$ , và sự ánh xạ tương đương  $i$  nguồn sáng ảo và vùng sáng  $C(i)$ .

Bên cạnh cách sử dụng lightmap để tính toán trước ánh sáng, có nhiều mô hình chiếu sáng được nghiên cứu để tính toán ánh sáng trong thời gian thực. Có thể kể đến hai phương pháp rất nổi tiếng là Gauraud và Phong.

#### A. Phương pháp Gauraud:

Phương pháp tô bóng Gauraud được đưa ra để khắc phục nhược điểm của phương pháp tô bóng phẳng, nhằm làm tăng độ trơn của hình ảnh kết quả, mà không làm tăng đáng kể độ phức tạp, cũng như thời gian tính toán của thuật toán. Phương pháp Gauraud ra đời từ khá sớm và được ứng dụng rất phổ biến trong lĩnh vực dựng hình. Ngày nay, hầu hết các bộ thư viện đồ họa 3D hiện nay đều hỗ trợ trực tiếp phương pháp tô bóng này.

Phương pháp Gauraud làm việc bằng cách tính, nội suy cường độ ánh sáng của các điểm trong đa giác như là một hàm của các đỉnh cấu thành nên đa giác đó. Thông thường mỗi đa giác đều có một vector pháp tuyến, và trong phương pháp tô bóng phẳng vector pháp tuyến này được sử dụng trực tiếp để tính lượng ánh sáng phản xạ khỏi bề mặt. Tuy nhiên, phương pháp Gauraud lại đi xa hơn một chút bằng cách tính sau đó sử dụng vector pháp tuyến tại mỗi đỉnh của đa giác.

Vấn đề đặt ra là một đa giác phẳng có thể có nhiều vector pháp tuyến?, thực sự thì nó chỉ có một mà thôi. Nhưng đối tượng lại được cấu thành từ nhiều đa giác xếp liên tiếp nhau. Dựa vào đó Gauraud đã đưa ra cách tính vector pháp tuyến tại mỗi đỉnh của đa giác bằng cách tính trung bình các

vector pháp tuyến của các mặt phẳng có chung đỉnh đang xét.

Sau khi đã có vector pháp tuyến cho mỗi đỉnh, việc tính toán sự phản xạ theo phương pháp tô bóng phẳng chuẩn được thực hiện một cách bình thường tại mỗi đỉnh của đa giác với các vector trên các đỉnh này. Các điểm nằm trong đa giác được tính bằng cách nội suy giá trị màu sắc (color), và độ sâu (depth) từ các điểm đỉnh đã được tính theo thuật toán dòng quét (scanline).

#### B. Phương pháp Phong:

Phương pháp Phong [5] được đưa ra để giải quyết một số vấn đề của phương pháp tô bóng Gauraud. Trong khi Gauraud là phương pháp nội suy theo trị số dọc dòng quét. Phương pháp Phong là phương pháp nội suy sử dụng vector pháp tuyến dọc theo dòng quét, và vector pháp tuyến này được sử dụng trong phương trình tô bóng để xác định được cường độ ánh sáng tại một điểm trên bề mặt. Bằng cách sử dụng vector pháp tuyến phương pháp nội suy Phong có cách xấp xỉ tương tự như bề mặt curved do đó cho bề mặt có độ sáng trơn hơn so với phương pháp của Gauraud.

Cũng như Gauraud bước đầu tiên của phương pháp nội suy này cũng phải tính vector pháp tuyến tại mỗi đỉnh. Sau đó tại mỗi điểm thay vì nội suy trực tiếp cường độ ánh sáng tại điểm đó, ta đi tính vector pháp tuyến tại điểm đó bằng cách nội suy, sau đó ta mới tính cường độ ánh sáng tại điểm và vector pháp tuyến tính được theo phương pháp của Gauraud.



Hình 3. Các hình cầu có cùng số đa giác nhưng sử dụng các phương pháp tô bóng khác nhau

Với "Hình 3", rõ ràng kết quả của phương pháp tô bóng Phong cho kết quả tốt hơn phương pháp "Gauraud" khi thể hiện các bề mặt có độ cong - trơn. Với hình cầu như trong hình trên ta thấy rằng phương pháp "Phong" có thể thể hiện được đúng bản chất của hình cầu mà không cần sử dụng nhiều đa giác hơn.

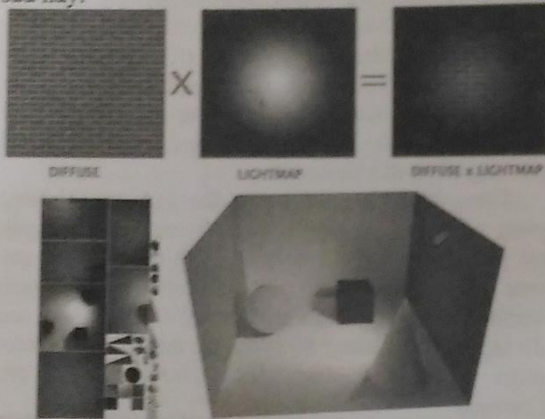
Ngoài các phương pháp tô bóng trên hiện nay người ta đã đưa ra nhiều phương pháp khác, đặc biệt là các phương pháp tô bóng sử dụng bản đồ mẫu các giá trị trên bản đồ là sự đặc trưng cho giá trị của hàm BRDF do đó có thể thể hiện được các bề mặt phức tạp hơn "những bề mặt có kết cấu không thuần

nhất", ví dụ như: normal mapping, parallax mapping, displacement mapping, bump mapping ... Việc xây dựng các phương pháp tô bóng phù hợp cho các đặc trưng của từng loại đối tượng cụ thể ứng dụng trong đồ họa thời gian thực đã và đang là một hướng nghiên cứu được sự quan tâm của nhiều nhà khoa học.

### III. KỸ THUẬT TĂNG TỐC CHIẾU SÁNG CỦA TRƯNG BÀY ẢO SỬ DỤNG KẾT HỢP LIGHTMAP VÀ CHIẾU SÁNG THỰC

#### A. Lightmap và việc tính toán lightmap

Lightmap về mặt bản chất lightmap là một ảnh xám 2D trong đó lưu trữ dữ liệu về sự tác động của ánh sáng đối với một bề mặt được tính toán trước, lưu trữ trong kết cấu bề mặt để sử dụng lại sau này.



Hình 4. Texture kết hợp lightmap

Như (Hình 3) rõ ràng với kết cấu bề mặt của một đối tượng hay một cảnh, khi được tổng hợp với lightmap sẽ cho kết quả của đối tượng đã được chiếu sáng.

Quá trình tính lightmap có thể được chia thành 3 bước:

- B1: Tính toán tọa độ kết cấu lightmap : quá trình này là quá trình chuyển đổi dữ liệu 3D về 2D với mỗi một pixel trên ảnh sẽ tương ứng với một polygon trên hiện vật 3D. Ánh xạ này là 1-1.
- B2: Tính vị trí và pháp tuyến của các đa giác trên đối tượng 3D tương ứng với mỗi pixel trên lightmap. Quá trình này là việc ánh xạ ngược từ một ảnh 2D lên một đối tượng 3D.
- B3: Bước cuối cùng tính màu sắc cho mỗi pixel.
- Trên đây là các bước để tính toán tạo ra một lightmap cho một đối tượng. Trong khuôn khổ bài báo chúng tôi không tập trung vào cách để tạo ra một lightmap mà đi sâu vào

các cách xử lý ánh sáng trong không gian trung bày.

#### B. Lựa chọn nguồn sáng và đối tượng

Như đã phân tích trong phần giới thiệu: Đặc trưng của trưng bày thông thường là các không gian cố định, hiện vật và nguồn sáng cố định. Bên cạnh đó có những khu vực trưng bày đặc biệt, do tính chất của bảo tàng (trưng bày theo chuyên đề) các hệ thống cố định nhưng hiện vật thay đổi theo niên đại, thời kỳ... Do đó chúng tôi sẽ phân loại thành hai nhóm:

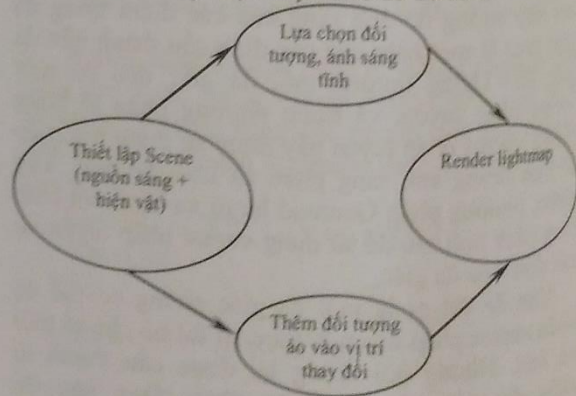
- Không gian cố định, hiện vật và ánh sáng cố định.
- Hiện vật có khả năng thay đổi.

Phương pháp thực hiện: Đối với loại cố định ta tạo lightmap cho các đối tượng trưng bày theo phương pháp radiosity cải tiến như đã trình bày ở trên.

Đối với loại còn lại do đối tượng trưng bày luôn thay đổi vị trí, nếu như mỗi lần thay đổi ta lại sinh lightmap cho chúng sẽ mất rất nhiều thời gian. Vì vậy chúng tôi đề xuất việc thêm một số đối tượng ảo vào không gian trưng bày trùng với vị trí đặt đối tượng ( hình cầu, khối hộp, hình trụ, hình khối elip) sao cho đối tượng cần trưng bày xấp xỉ tương ứng với các hình khối kể trên. Sau đó tạo lightmap cho các loại đối tượng ảo được thêm vào không gian. Mục đích của việc thêm các đối tượng ảo này nhằm chiếu sáng giả cho các đối tượng thêm mới, sử dụng lightmap của đối tượng giả áp dụng lên đối tượng mới thêm vào tạo cảm giác như đã được chiếu sáng.

Trong trường hợp khi đã thiết lập xong nguồn sáng, tính toán lightmap một cách hoàn chỉnh cho một khung cảnh, vẫn có trường hợp ta thay đổi muốn thêm nguồn sáng, hoặc cho nguồn sáng đi chuyển hoặc bật tắt nguồn sáng. Chúng tôi sử dụng mô hình chiếu sáng Phong để tính toán thời gian thực cho loại này. Như vậy hiện vật vẫn thể hiện bóng bề mặt và kết hợp với lightmap đã được chiếu sáng để cho ra ảnh kết quả cuối cùng.

Quá trình này thực hiện theo sơ đồ sau:



Hình 5. Sơ đồ tính toán lightmap khi thêm hiện vật ảo

### C. Sử dụng lightmap

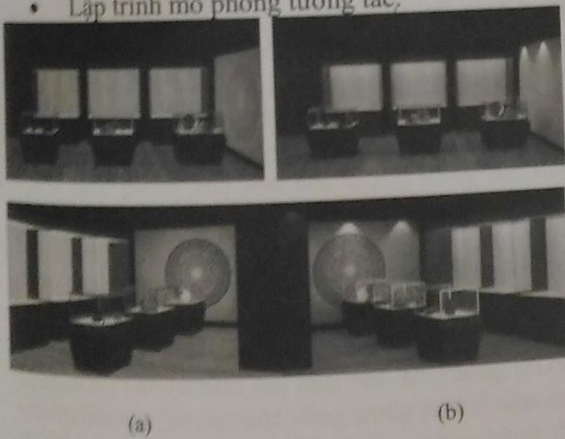
Sau khi thực hiện việc sinh lightmap cho ra kết quả là một ảnh 2D đen trắng lưu trữ những tác động của ánh sáng tới bề mặt của đối tượng được chiếu sáng. Giá trị điểm ảnh nằm trong khoảng  $[0,1]$ . Tùy thuộc vào việc tính giá trị màu sắc của từng điểm. Bước tiếp theo là việc sử dụng lightmap.

Đối với các đối tượng tĩnh: như đã trình bày trong phần các bước tạo lightmap. Khi sinh ra lightmap sẽ chứa một dữ liệu lưu tọa độ của từng điểm trên ảnh và ánh xạ (1 -1) tới từng polygon trên đối tượng 3D. Vì vậy việc sử dụng lightmap cho các đối tượng này khá dễ dàng. Tuy nhiên với những đối tượng ảo được thêm vào không gian, lightmap sinh ra không trùng với đối tượng thực được thay thế. Với loại này ta sẽ sử dụng các phép chiếu tương ứng với các đối tượng ảo được thêm vào. (vd: phép chiếu hình trụ, phép chiếu hình cầu ...).

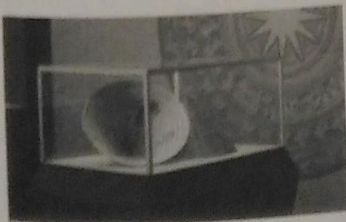
## IV. THỰC NGHIỆM

Thử nghiệm của chúng tôi thực hiện trên dữ liệu của bảo tàng Thanh Thiếu Niên Việt Nam. Chương trình thử nghiệm được thực hiện với các bước sau:

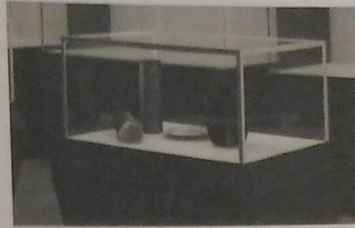
- Xây dựng mô hình (quét, mô hình hóa)
- Xây dựng cảnh chứa mô hình hiện vật, thiết lập nguồn sáng
- Chiết xuất ảnh lightmap, gán cùng texture đối tượng
- Lập trình mô phỏng tương tác.



Hình 6. (a) Góc phòng trưng bày khi chưa chiếu sáng  
(b) Góc phòng trưng bày đã được chiếu sáng bằng lightmap



Hình 7. Kết quả khi chiếu sáng vào từng hiện vật



Hình 8. Chiếu sáng cho đối tượng hay thay đổi vị trí.

Trong hình 6(a) chúng tôi đưa ra hình ảnh góc trung bày của bảo tàng khi chưa được chiếu sáng. Hình 6(b) là góc trung bày đó với kỹ thuật chiếu sáng lightmap. Dễ dàng nhận thấy, các đối tượng trong hình 6(a) không có độ sâu, mối tương quan giữa bức trưng bày vật thể với tường chắn phía sau không được thể hiện rõ. Với hình 6(b) sau khi tiến hành chiết xuất ảnh lightmap và gán cùng với texture của đối tượng, chúng ta cảm nhận được chiều sâu của gian trưng bày. Khoảng cách giữa các bức trưng bày cũng như khoảng cách tới tường được phân định rõ.

## V. KẾT LUẬN

Trong bài báo, chúng tôi sử dụng cách tiếp cận lightmap cải tiến để chiếu sáng trong trưng bày ảo. Các kết quả thực nghiệm cho thấy cách tiếp cận phù hợp và có hiệu quả đối với đối tượng tĩnh được trưng bày trong không gian của bảo tàng.

Hiện tại, cải tiến của nhóm mới đáp ứng được với nhóm đối tượng tĩnh, với nhóm đối tượng động hiệu quả của thuật toán chưa được đánh giá. Đây là một trong những vấn đề nhóm tiếp tục nghiên cứu nhằm tạo không gian trưng bày sống động, chân thực và hấp dẫn khách tham quan.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đề tài "Ứng dụng công nghệ thực tại ảo trong bảo tàng các di sản", Đề tài cấp Viện KH&CN Việt Nam 2004-2006.
- [2] Trịnh Xuân Hùng, Lê Hải Khôi, Đỗ Năng Toàn, Trần Thanh Hiệp, Trịnh Hiền Anh, Hà Xuân Trường "Ứng dụng Công nghệ Thực tại ảo trong bảo tàng các di sản" Kỷ yếu Hội thảo Quốc gia về "Các vấn đề chọn lọc của CNTT", Đà Lạt 15-17/6/2006, tr 356-367
- [3] George Lepouras, Costas Vassilakis.(2005), "Virtual museums for all: employing game technology for edutainment" Virtual Reality pp. 96-106

- [4] Michitaka Hirose (2006). "Virtual Reality Technology and Museum Exhibit". *The International Journal of Virtual Reality*, 5(2) pp. 31-36
- [5] Phong Bùi Tường. "Illumination for computer generated pictures", *Communications of ACM* 18 (1975), no. 6, tr 311-317.
- [6] Rusinkiewicz, S.. "A Survey of BRDF Representation for Computer Graphics". Retrieved 2007-09-05.
- [7] Alexander Keller. Instant Radiosity. In *SIGGRAPH '97*, 49-56, 1997.
- [8] Cohen, M. F., Wallace, J., and Hanrahan, P. 1993. *Radiosity and Realistic Image Synthesis*. Academic Press Professional, Inc., San Diego, CA, USA.
- [9] Dong, Z., Grosch, T., Ritschel, T., Kautz, J., and Seidel, H.-P. 2009. Real-time Indirect Illumination with Clustered Visibility. In *Vision, Modeling, and Visualization Workshop*.
- [10] Fabianowski, B., and Dingliana, J. 2009. Interactive Global Photon Mapping. *Computer Graphics Forum* 28, 4, 1151-1159
- [11] Prutkin, R., Kaplanyan, A., and Dachsbacher, C. 2012. Reflective Shadow Map Clustering for Real-Time Global Illumination. *Eurographics Short Papers*, 9-12.
- [12] Hasan M., Kriv Anek, J., Walter, B., and Bala, K. 2009. Virtual Spherical Lights for Many-Light Rendering of Glossy Scenes. In *ACM SIGGRAPH Asia 2009 Papers*, ACM, New York, USA, 143:1-143:6.
- [13] Novak, J., Engelhardt, T., and Dachsbacher, C. 2011. Screen-space bias compensation for interactive high-quality global illumination with virtual point lights. In *Symposium on Interactive 3D Graphics and Games*, ACM, New York, USA.
- [14] Ritschel, T., Eisemann, E., Ha, I., Kim, J. D., and Seidel, H.-P. 2011. Making Imperfect Shadow Maps Versus Adaptive: High-Quality Global Illumination in Large Dynamic Scenes. *Computer Graphics Forum* (presented at EGSR 2011).
- [15] Dong, Z., Grosch, T., Ritschel, T., Kautz, J., and Seidel, H.-P. 2009. Real-time Indirect Illumination with Clustered Visibility. In *Vision, Modeling, and Visualization Workshop*.
- [16] Kajiya, James T. "The rendering equation." *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*. Vol. 20. No. 4. ACM, 1986.
- [17] Keller, Alexander. "Instant radiosity." In *Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pp. 49-56. ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1997.
- [18] Walter, Bruce, Sebastian Fernandez, Adam Arbree, Karim Bala, Michael Donikian, and Donald P. Greenberg. "Lightcuts: a scalable approach to illumination." In *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, vol. 24, no. 3, pp. 1099-1107. ACM, 2005.
- [19] LaFortune, Eric P., and Yves D. Willems. "Bi-directional path tracing." (1993): 145-153.
- [20] Thiedemann, Sinje, Niklas Henrich, Thorsten Grosch, and Stefan Müller. "Voxel-based global illumination." In *Symposium on Interactive 3D Graphics and Games*, pp. 103-110. ACM, 2011.
- [21] Hermes, Jan, Niklas Henrich, Thorsten Grosch, and Stefan Müller. "Global Illumination using Parallel Global Ray-Bundles." In *VMV*, pp. 65-72. 2010.
- [22] Crassin, Cyril, Fabrice Neyret, Miguel Sainz, Simon Green, and Elmar Eisemann. "Interactive indirect illumination using voxel cone tracing." In *Computer Graphics Forum*, vol. 30, no. 7, pp. 1921-1930. Blackwell Publishing Ltd, 2011.

# MỤC LỤC

1. A hand-worn system to assist visually impaired people to read <i>Nguyen The Hoang Anh, Nguyen Truong Thang, Tran Manh Dong, Phi Tung Lam, Mai Van Thuy</i> .....	1
2. A new cluster tendency assessment method for simultaneous appropriate number of cluster and centroids determining <i>Pham Van Nha, Ngo Thanh Long, Pham The Long</i> .....	6
3. An approach by exploiting support vector machine to characterize and identify protein SUMOylation sites <i>Van-Nui Nguyen, Hai-Minh Nguyen, Thi-Xuan Tran</i> .....	12
4. Bảo toàn tính riêng tư trong khai thác CSDL phân tán dọc <i>Nguyễn Hữu Lộc, Cao Tùng Anh, Nguyễn Hoàng Tú Anh</i> .....	18
5. Big data clustering with the use of the random projection features reduction and collaborative Fuzzy C-Means <i>Dang Trong Hop, Pham The Long, Ngo Thanh Long, Fadugba Jeremiah</i> .....	24
6. Cài đặt thuật toán K-Means cải tiến bằng phương pháp lấy mẫu áp dụng mô hình lập trình MapReduce trên công cụ R <i>Trần Thiên Thành, Nguyễn Thị Tuyết, Hồ Văn Lâm, Trần Hoàng Việt</i> .....	30
7. Cải tiến chất lượng dịch Việt-Anh bằng mô hình học máy mạng nơron kết hợp kho ngữ liệu lớn <i>Nguyễn Văn Bình, Huỳnh Công Pháp</i> .....	35
8. Cải tiến mã khối hạng nhẹ họ LED và Neokeon <i>Lê Phê Đô, Lê Trung Thực, Mai Mạnh Trường, Lê Thị Len, Nguyễn Khắc Hưng Nguyễn Thị Hằng, Trần Văn Mạnh</i> .....	41
9. Cải tiến thuật toán geodesic active contour, ứng dụng vào việc xác định kích thước gan từ ảnh cộng hưởng từ ba chiều <i>Lê Trọng Ngọc, Phạm Thế Bảo, Hồ Đắc Quán, Huỳnh Trung Hiếu</i> .....	49
10. Cải tiến thuật toán OneClass-DS trong bài toán nhận dạng một lớp <i>Đỗ Thị Bích Lệ, Hứa Thị Ngọc Nga, Nguyễn Tiến Đạt</i> .....	54
11. Dàn các khoảng mờ của đại số gia tử và ứng dụng trong bài toán phân lớp <i>Lê Xuân Vinh, Võ Thành Đạo</i> .....	59



12. Đánh giá hiệu quả một số thuật toán học máy trong phát hiện xâm nhập mạng <i>Trần Thị Hương, Phạm Văn Hạnh, Trịnh Thị Thúy Giang, Lê Trọng Vĩnh</i> .....	65
13. Đánh giá một số phương pháp học máy trong phân tích mức độ an toàn ứng dụng Android <i>Nguyễn Việt Đức, Nguyễn Ngọc Hưng, Lương Duy Hiếu, Phạm Minh Vĩ, Phạm Thanh Giang</i> .....	71
14. Đề xuất lược đồ chữ ký số tập thể ủy nhiệm một thành viên ký dựa trên hệ mật đường cong elliptic <i>Đặng Minh Tuấn, Nguyễn Ánh Việt, Nguyễn Văn Căn, Lê Văn Giang</i> .....	77
15. Design a platform for high flexibility and low-cost monitoring systems with a case study: warning system for gamma radiation and environment <i>Do Van Tuan, Ho Duc Linh, Dang Van Nghia, Tran Vu Anh Thu, Nguyen Quoc Vuong, Tran Manh Hung</i> .....	83
16. Dự báo thông số động học enzym FTS bằng giải thuật di truyền <i>Đinh Thị Mận, Nguyễn Phương Hạc, Nguyễn Thế Hữu, Lê Thị Hồng Ánh, Văn Thế Thành</i> .....	90
17. Giám sát môi trường nông nghiệp sử dụng hệ thống chuyển tiếp dữ liệu không dây <i>Vương Huy Hoàng, Đặng Mạnh Chính, Phạm Ngọc Minh, Nguyễn Thành Long, Vũ Thị Quyên, Nguyễn Hà Phương, Dương Đức Hùng, Ngô Duy Tân</i> .....	97
18. Hệ thống tìm kiếm video dựa trên nội dung <i>Nguyễn Văn Nghĩa, Trần Văn Phúc, Đỗ Văn Tiến, Nguyễn Vinh Tiếp, Ngô Đức Thành, Nguyễn Hoàng Tú Anh</i> .....	102
19. Hướng tiếp cận không toàn văn cho bài toán phân lớp tự động bản tin tiếng Việt <i>Trương Quốc Định, Trần Thị Cẩm Tú, Trần Thị Thúy, Huỳnh Kim Quýt</i> .....	108
20. Improve speech recognition performance in reverberant environment <i>Dinh Cuong Nguyen</i> .....	114
21. Improving network performance by controlled flow table in software-defined networking <i>Pham Thanh Dai Linh, Pham Thanh Giang</i> .....	119
22. Khai thác luật hiêm bảo toàn tính riêng tư trên CSDL phân tán ngang <i>Huỳnh Ngọc Ca, Cao Tùng Anh, Nguyễn Hoàng Tú Anh</i> .....	123
23. Kỹ thuật giấu tin thích nghi ứng dụng trên tín hiệu ECG <i>Nguyễn Thị Minh Thy, Đào Duy Liêm, Hoàng Xuân Dương</i> .....	129
24. Landmark-based approximate inference algorithms for hybrid constraint satisfaction problems <i>Van Lam Ho, Thanh Tran Thien, Doan Thi Thu Cuc</i> .....	134

25. Một giải pháp an ninh cho mạng MANET sử dụng chữ ký số <i>Lương Thái Ngọc, Võ Thanh Tú</i> .....	143
26. Một khung làm việc cho tích hợp trí thức bằng đám phán <i>Lê Thị Thanh Lưu, Trần Trọng Hiếu</i> .....	149
27. Một kỹ thuật chiếu sáng trong trung bày ảo dựa vào lightmap <i>Đỗ Văn Thiện, Trịnh Hiền Anh, Đỗ Năng Toàn, Trịnh Xuân Hùng, Ngô Đức Vĩnh, Nghiêm Văn Hưng</i> .....	155
28. Một kỹ thuật định vị đối tượng không cấu trúc trên ảnh dựa vào tiếp cận hồi quy <i>Lê Thị Kim Nga, Huỳnh Lê Anh Vũ, Nguyễn Thị Kim Phương</i> .....	161
29. Một phương pháp xác định mức độ lan truyền của thương hiệu trên mạng xã hội Facebook <i>Vũ Thị Nhạn, Nguyễn Việt Anh, Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Trần Quốc Vinh, Nguyễn Huy Đức</i> .....	167
30. Một số kết quả về thuật toán tính bao đóng và rút gọn bài toán tìm khóa của lược đồ quan hệ <i>Vũ Quốc Tuấn, Hồ Thuần</i> .....	174
31. Một thuật toán khai phá mẫu dãy lợi ích cao với khoảng cách thời gian <i>Trần Huy Dương, Trần Thế Anh, Nguyễn Tiến Thụy</i> .....	181
32. New protocols of collective digital signature based on elliptic curve <i>Nguyen Kim Tuan, Ho Ngoc Duy, T.T.V. Lam, Nikolay Andreevich Moldovyan, Vu Long Van</i> .....	189
33. Nghiên cứu phát hiện hiện tượng trôi sinh trong hệ thống phức tạp dựa vào tác tử <i>Đinh Thị Hồng Huyền, Hoàng Thị Thanh Hà, Michel Occello</i> .....	195
34. Nghiên cứu tổng quan về phân loại mạng phức hợp <i>Dương Ngọc Sơn, Nguyễn Thị Phương, Vũ Chí Quang, Nguyễn Như Sơn, Nguyễn Việt Anh</i> .....	201
35. Phân loại lớp phủ ảnh vệ tinh dựa trên mật độ và thuật toán k-Means <i>Mai Đình Sinh, Đặng Trọng Hợp, Ngô Thành Long, Trương Quốc Hùng</i> .....	208
36. Phân tích an ninh trên mạng SDN dùng OpenFlow <i>Trần Đức Thắng, Nguyễn Hoàng Trung, Dương Thị Vân, Phan Thị Thanh Ngọc, Lý Thành Trung</i> .....	213
37. Phân tích dữ liệu viễn thông và mạng xã hội cho bài toán chấm điểm tín dụng ngân hàng <i>Nguyễn Hữu Hải, Nguyễn Trường Thắng, Nguyễn Việt Anh, Phạm Thành Nam, Phan Trung Kiên</i> .....	219

38. Phân tích khả năng bảo mật lớp vật lý mạng đa truy cập phi trực giao NOMA 5G cho đường truyền lên <i>Nguyễn Văn Long, Trần Đức Dũng, Hà Đắc Bình</i> .....	226
39. Phân tích lỗ hổng bảo mật web dựa trên kiểm chứng mô hình <i>Trần Mạnh Đông, Nguyễn Trường Thắng, Nguyễn Ngọc Cương, Nguyễn Thị Thu Nga</i> .....	232
40. Phân vùng dữ liệu mờ bằng phương pháp thống kê trong khai phá luật kết hợp mờ <i>Trần Thị Thúy Trinh, Nguyễn Long Giang, Trương Ngọc Châu, Nguyễn Tấn Thuận</i> .....	239
41. Phát hiện và phân loại tự động xuất huyết não trên các ảnh CT/MRI <i>Phan Anh Cang, Phan Trọng Cang, Võ Văn Quyên, Lê Thị Hoàng Yến</i> .....	246
42. Phát triển phương pháp lai trong phát hiện mã độc Botnet trên thiết bị định tuyến <i>Nguyễn Huy Trung, Ngô Quốc Dũng, Trần Nghi Phú, Nguyễn Ngọc Toàn, Nguyễn Anh Quỳnh, Nguyễn Mạnh Sơn</i> .....	253
43. Phụ thuộc trong cơ sở dữ liệu theo tiếp cận logic <i>Nguyễn Thị Vân, Trương Thị Thu Hà, Nguyễn Xuân Huy</i> .....	260
44. Phương pháp cải tiến giải thuật SLIC tạo các siêu điểm ảnh trong bài toán hỗ trợ dò biên đối tượng trong ảnh <i>Nguyễn Hồng Quang, Nguyễn Đại Phong</i> .....	266
45. Phương pháp dự báo chỉ số giá tiêu dùng dựa trên mô hình hồi quy bội <i>Nguyễn Quỳnh Anh, Nguyễn Thị Thu Hà, Trương Huy Hoàng, Nguyễn Thị Ngọc Tú, Đặng Văn Đức, Nguyễn Ngọc Cương</i> .....	271
46. Phương pháp hiệu quả tính độ trung gian của các nút trong đồ thị mạng xã hội <i>Đoàn Văn Ban, Nguyễn Hữu Hải, Phạm Thành Nam, Phan Trung Kiên</i> .....	277
47. Phương pháp nhận dạng khuôn mặt người từ webcam <i>Nguyễn Thị Thanh Tân, Huỳnh Văn Huy, Ngô Quốc Tạo</i> .....	285
48. Phương pháp xây dựng tập từ chỉ quan điểm có trọng số dựa trên tập ngữ liệu mạng xã hội <i>Đỗ Đức Cường, Bùi Khánh Linh, Nguyễn Thị Thu Hà, Dương Trung Kiên, Nguyễn Ngọc Cương</i> .....	292
49. Quét lỗ hổng trong phân tích an ninh mạng <i>Bùi Thị Thu, Nguyễn Trường Thắng, Trần Mạnh Đông, Nguyễn Thị Ánh Phương</i> .....	297
50. SMOTE-INFFC: Giải quyết nhiễu và các phần tử ở đường biên trong phân lớp mất cân bằng, bởi bộ lọc dựa trên sự hợp nhất các phân lớp <i>Giáp Thị Phương Thảo, Bùi Dương Hưng, Đặng Xuân Thọ</i> .....	305

51. SWUN-Miner: Phương pháp mới khai thác tập phổ biến có trọng số hữu ích <i>Bùi Danh Hương, Võ Đình Bảy, Nguyễn Hoàng Tú Anh</i> .....	312
52. Tái tạo mặt lưới tam giác đều từ tập điểm 3D <i>Nguyễn Bùi Tân Vũ, Lê Thị Thu Nga, Nguyễn Tấn Khôi</i> .....	319
53. The MCC algorithm in the LiDAR point cloud classification <i>Nguyen Thi Huu Phuong, Dang Van Duc, Nguyen Truong Xuan</i> .....	324
54. Thiết bị quan sát từ xa dạng quả cầu Eyeball <i>Vũ Thị Quyên, Phạm Ngọc Minh</i> .....	330
55. Thiết kế, xây dựng và phân cụm bộ dữ liệu mẫu cho hệ thống định vị trong nhà <i>Ngô Văn Bình, Vương Quang Phương, Hoàng Đỗ Thanh Tùng</i> .....	335
56. Thuật toán khai thác nhanh luật kết hợp tuyệt đối trên dữ liệu giao dịch cỡ lớn <i>Phan Thành Huấn, Lê Hoài Bắc</i> .....	342
57. Thuật toán song song liệt kê hoán vị <i>Nguyễn Đình Lâu</i> .....	348
58. Tối ưu hóa năng lượng tiêu thụ mạng cảm biến không dây dựa vào việc phân cụm kết hợp lập lịch hoạt động của các cảm biến <i>Đặng Thanh Hải, Lê Đăng Nguyễn, Trịnh Thị Thúy Giang, Lê Hoàng Sơn, Lê Trọng Vĩnh</i> .....	354
59. Translating pi-diagrams into Petri nets <i>Pham Van Viet, Le Quang Hung, Dinh Thi My Canh</i> .....	360
60. Tự động nhận dạng một số loài hoa cảnh phổ biến ở Việt Nam dựa vào kỹ thuật thị giác máy tính <i>Hoàng Lê Uyên Thực, Nguyễn Văn Đức, Huỳnh Tú Thiên, Lê Việt Tri, Lê Thị Mỹ Hạnh</i> .....	366
61. Tư vấn lọc cộng tác theo mục dựa trên độ biến thiên chỉ số hàm ý theo yếu tố phân ví dụ trong trường hàm ý <i>Nguyễn Tấn Hoàng, Huỳnh Hữu Hưng, Huỳnh Xuân Hiệp</i> .....	372
62. Ứng dụng SMAA III xây dựng hệ hỗ trợ ra quyết định phòng chống cháy rừng <i>Phan Thị Xuân Trang, Nguyễn Văn Hiệu</i> .....	380
63. Ứng dụng xử lý ảnh để phát hiện cỏ trên luống chè <i>Phạm Đức Long, Vũ Đức Thái, Phùng Thế Huân</i> .....	385
64. Unsupervised phone segmentation method based on delta function <i>Dac-Thang Hoang, Tat-Thang Vu, Van-Thuy Mai</i> .....	391
65. Về hàm đo độ phụ thuộc thuộc tính suy rộng <i>Nguyễn Minh Huy, Đỗ Sĩ Trường, Nguyễn Thanh Tùng</i> .....	396

66. Về một độ đo khoảng cách mờ và ứng dụng rút gọn thuộc tính trong bảng quyết định <i>Nguyễn Long Giang, Cao Chính Nghĩa, Nguyễn Quang Huy, Nguyễn Thị Lan Hương, Nguyễn Ngọc Cương, Trần Anh Tú</i> .....	404
67. Về một kiến trúc ảo hóa kết nối không dây <i>Lê Thành Nam, Vũ Duy Lợi</i> .....	410
68. Xây dựng hệ thống tự động điểm danh, phát hiện và cảnh báo đối tượng sinh viên thi hộ dựa trên công nghệ nhận dạng mặt người <i>Nguyễn Thị Thanh Tân</i> .....	414
69. Xây dựng mô hình phát hiện mã độc trên thiết bị định tuyến bằng tác tử <i>Lê Hải Việt, Ngô Quốc Dũng, Trần Nghi Phú, Nguyễn Ngọc Toàn, Nguyễn Long Giang</i> .....	421
70. Xây dựng thử nghiệm hệ thống điện não đồ với chi phí thấp <i>Phí Tùng Lâm, Trần Huy Hoàng, Trần Lâm Quân</i> .....	428