

CẢI TIẾN NÂNG CAO HIỆU NĂNG CƠ CHẾ CHUYỂN GIAO KẾT HỢP FMIPv6 VÀ HMIPv6

ĐÀO VĂN THÀNH¹, NGUYỄN VĂN TAM², VŨ DUY LỢI³

¹*Trung tâm Công nghệ thông tin, Văn phòng Trung ương Đảng*

²*Viện Công nghệ thông tin, Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

³*Trung tâm Công nghệ thông tin, Văn phòng Trung ương Đảng*

Tóm tắt. Cơ chế chuyển giao nhanh trong Mobile IPv6 phân cấp (F-HMIPv6) là cơ chế kết hợp cơ chế chuyển giao nhanh Mobile IPv6 (FMIPv6) trong Mobile IPv6 phân cấp (HMIPv6). Cơ chế chuyển giao F-HMIPv6 có một số hạn chế như vấn đề định tuyến vòng trong quá trình chuyển giao, các gói tới đích có thể bị sai tuần tự, trễ còn khá cao khi MN di chuyển liên miền. Bài báo đề xuất cải tiến cơ chế F-HMIPv6 (gọi là I-FHMIPv6), cải tiến việc cập nhật liên kết với HA/CN khi MN di chuyển liên miền. Khi MN nhận được thông điệp FBack, có được địa chỉ LCoA và RCoA mới hợp lệ, nó thực hiện ngay việc cập nhật liên kết với HA/CN trước khi chuyển giao L2 diễn ra. Vì vậy, có thể tránh được định tuyến vòng, sai tuần tự gói ở đích và có thể giảm được trễ chuyển giao.

Abstract. Fast handover for Hierarchical Mobile IPv6 (F-HMIPv6) is scheme that integrates Fast handovers for Mobile IPv6 (FMIPv6) in Hierarchical Mobile IPv6 (HMIPv6). F-HMIPv6 has some limitations, such as circle routing problem occurs within the handover process, packets to the destination can wrong order, the handover latency is quite high when MN moves inter-domain. We propose improved F-HMIPv6 scheme (called I-FHMIPv6) - an improvements in binding update to HA/CN when MN moves inter-domain. When a MN receives an FBack message with the new LCoA and RCoA acceptance, it will send a Binding Update message to the HA/CN to update the MN's new RCoA before the L2 handover occurs. So it helps avoiding circle routing problem within the handover process, can wrong order of packets at the destination and handover latency can be reduce.

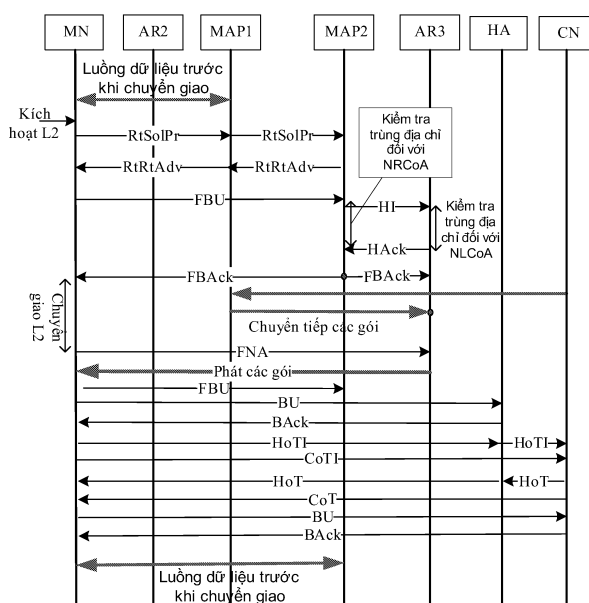
1. MỞ ĐẦU

Mobile IPv6 được phát triển và công bố trong RFC 4068 vào tháng 7 năm 2005, thừa hưởng kinh nghiệm từ Mobile IPv4 và những lợi thế của IPv6. Cơ chế chuyển giao của Mobile IPv6 (MIPv6) còn nhiều hạn chế, một số đề xuất cải tiến cơ chế chuyển giao nhằm nâng cao hiệu năng chuyển giao của MIPv6 đã được đề xuất, trong đó có hai cơ chế đã trở thành chuẩn của IETF là cơ chế chuyển giao nhanh MIPv6 (FMIPv6) [5] và cơ chế chuyển giao MIPv6 phân cấp (HMIPv6) [9].

Tích hợp cơ chế FMIPv6 trong HMIPv6 (F-HMIPv6) được đề xuất trong [10], tận dụng những điểm mạnh của mỗi cơ chế. Kết hợp khả năng chuyển giao nhanh của FMIPv6, một

*Nghiên cứu này được hoàn thành dưới sự hỗ trợ từ Quỹ phát triển khoa học và Công nghệ quốc gia (NAFOSTED) mã số 102.01- 2011.14

số việc của chuyển giao tầng 3 được thực hiện trước khi chuyển giao tầng 2 diễn ra và phân cấp trong Mobile IPv6, khi MN di chuyển trong một miền MAP (điểm neo đầu di động), chỉ có địa chỉ LCoA thay đổi và chỉ cần thực hiện cập nhật liên kết nội bộ với MAP. Hiệu năng của cơ chế F-HMIPv6 được nâng lên đáng kể, nhất là khi MN di chuyển trong một miền MAP. Tuy nhiên, khi MN di chuyển giữa các miền MAP khác nhau, cơ chế chuyển giao F-HMIPv6 còn một số hạn chế cần được cải tiến.



Hình 1.1. Thủ tục chuyển giao liên miền của F-HMIPv6 khi MN di chuyển liên miền

Một số đề xuất cải tiến cơ chế chuyển giao của F-HMIPv6 đã được công bố. [2] đề xuất cải tiến việc thiết lập đường hầm giữa PAR và NAR được thay bằng đường hầm từ MAP trước và NAR. Các gói gửi cho MN trong quá trình chuyển giao không phải qua MAP trước và PAR hai lần. [3] đề xuất thực hiện chức năng kết hợp phát hiện giữa MN và MAP, tính toán khoảng cách bình thường giữa sự chuyển động của MN và tham khảo mẫu di chuyển chuẩn. [4] đề xuất tăng gấp đôi bộ đệm của điểm truy cập mới để lưu giữ thông điệp thông báo bộ định tuyến (RA) nhận được từ NAR, khi MN gửi yêu cầu bộ định tuyến tới điểm truy cập mới, điểm truy cập mới có thể gửi ngay RA mà không phải đợi nhận từ NAR. [7] đề xuất giải pháp MAP đảm bảo sự duy nhất nhận diện giao diện của MN trong phạm vi miền MAP, bởi vậy MN không cần thực hiện thủ tục kiểm tra trùng địa chỉ khi cấu hình địa chỉ.

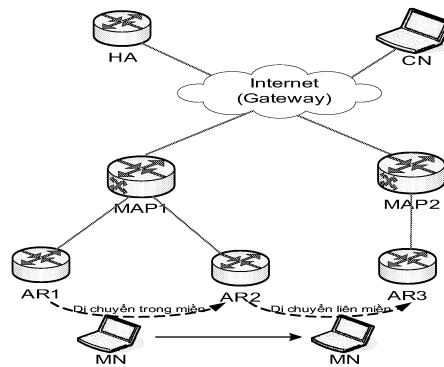
Các đề xuất cải tiến cơ chế chuyển giao F-HMIPv6 vẫn còn hạn chế như: Định tuyến vòng trong quá trình chuyển giao, sai tuần tự gói ở đích; Thông lượng trong quá trình chuyển giao còn thấp; Trễ chuyển giao còn khá lớn. Chúng tôi đề xuất cải tiến cơ chế chuyển giao F-HMIPv6 (I-FHMIPv6) với việc thay đổi thời điểm cập nhật liên kết tới HA/CN, cơ chế I-FHMIPv6 có thể tránh, giảm được những hạn chế của cơ chế F-HMIPv6 khi MN di chuyển liên miền.

Phần mở đầu trình bày tóm tắt cơ chế chuyển giao của F-HMIPv6, phần 2 trình bày cơ chế chuyển giao của I-FHMIPv6. Phần 3 phân tích, đánh giá hiệu năng chuyển giao của I-FHMIPv6. Và cuối cùng là kết luận.

2. CƠ CHẾ CHUYỂN GIAO CỦA I-FHMIPv6

Cơ chế chuyển giao F-HMIPv6 được kết hợp đơn giản hai cơ chế chuyển giao F-MIPv6 và HMIPv6 cho thấy có một số điểm không hiệu quả. Thứ nhất, khi MN di chuyển từ một miền MAP này sang một miền MAP khác, chuyển giao liên miền diễn ra, khi đó MN phải thực hiện cập nhật liên kết nội bộ với MAP và cập nhật liên kết với HA/CN. Do vậy, làm tăng tín hiệu trên mạng và tăng trễ chuyển giao. Thứ hai, đường hầm được thiết lập giữa MAP trước (MAP1) và AR mới (AR3) ngay sau khi MAP mới (MAP2) gửi thông điệp FBack cho MN [2], việc cập nhật liên kết với HA/CN chỉ được thực hiện sau khi chuyển giao L2 hoàn thành. Do đó, tồn tại định tuyến vòng, có thể sai tuần tự gói ở đích.

Cơ chế chuyển giao I-FHMIPv6, cải tiến việc cập nhật liên kết với HA/CN. Cập nhật liên kết tới HA/CN được MN thực hiện ngay sau khi nhận được thông điệp FBack và kéo dài kết nối tới AR trước (AR2) cho đến khi MN nhận được thông điệp trả lời chấp nhận liên kết (Back) từ CN. Khi nhận được thông điệp cập nhật liên kết (BU), CN gửi trả lời bằng thông điệp BBack, các gói CN gửi cho MN sau đó được định tuyến thẳng tới MAP2, rồi được MAP2 đóng gói đường hầm chuyển tới AR3. Do vậy, có thể giúp tránh được định tuyến vòng, sai tuần tự gói ở đích. Sau khi chuyển giao L2 hoàn thành, MN không phải thực hiện cập nhật liên kết tới HA/CN nên có thể giảm được trễ chuyển giao.



Hình 2.2. Mô hình Mobile IPv6 phân cấp

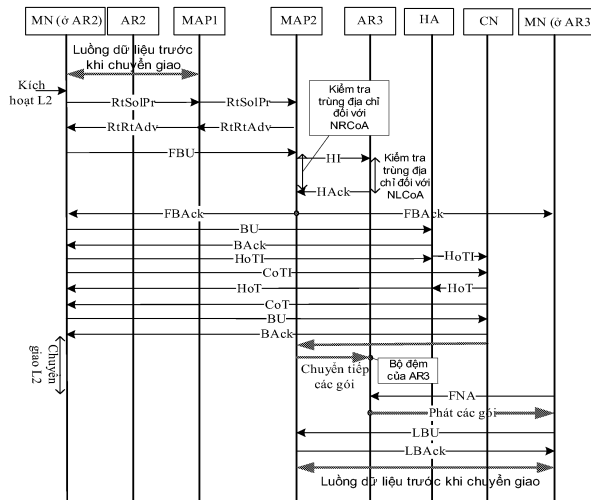
Cơ chế hoạt động của I-FHMIPv6

Khi MN di chuyển giữa AR1 và AR2 trong cùng miền MAP1, diễn ra chuyển giao trong miền. Chỉ có địa chỉ LCoA là thay đổi và cần cập nhật liên kết với MAP1 còn địa chỉ RCoA không thay đổi và không cần cập nhật với HA/CN. Do đó, khi MN di chuyển trong miền, cơ chế chuyển giao của I-FHMIPv6 hoạt động tương tự như của cơ chế chuyển giao F-HMIPv6.

Khi MN di chuyển giữa AR2 thuộc MAP1 và AR3 thuộc MAP2, chuyển giao liên miền diễn ra. Địa chỉ RCoA và địa chỉ LCoA đều thay đổi, MN phải cập nhật LCoA mới (NLCoA) với MAP mới và RCoA mới (NRCoA) tới HA/CN. Việc cập nhật NRCoA với HA/CN được cải tiến, thông điệp BU chứa NRCoA được gửi tới HA/CN ngay sau khi MN nhận được thông điệp chấp nhận liên kết nhanh FBack, trước khi chuyển giao L2 diễn ra. Quá trình chuyển giao thực hiện như sau:

Bước 1. Khi nhận được kích hoạt tầng 2, MN gửi thông điệp RtSolPr yêu cầu thông tin về AR3 và MAP2 tới MAP1. MAP1 không có thông tin MN yêu cầu, nó chuyển tiếp thông điệp RtSolPr tới MAP2.

Bước 2. MAP2 trả lời thông điệp RtSolPr bằng thông điệp PrRtAdv chứa thông tin về



Hình 2.3. Thủ tục chuyển giao I-FHMIPv6 khi MN di chuyển liên miền

AR3 và thông tin của MAP2 .

Bước 3. Khi nhận được thông điệp PrRtAdv, MN xử lý và có được NLCoA và NRCoA, sau đó gửi thông điệp FBU chứa địa chỉ NRCoA và địa chỉ NLCoA tới MAP2.

Bước 4. Sau khi nhận được thông điệp FBU từ MN, MAP2 thực hiện kiểm tra trùng địa chỉ khi có ràng buộc mới được thiết lập đối với RCoA, gửi thông điệp khởi đầu chuyển giao HI tới AR3.

Bước 5. Sau khi thực hiện thủ tục kiểm tra trùng địa chỉ, AR3 trả lời thông điệp HI bằng thông điệp chấp nhận chuyển giao HACK tới MAP2.

Bước 6. Khi nhận được thông điệp HACK, MAP2 gửi kết quả tới MN bằng thông điệp chấp nhận chuyển giao nhanh FBAck. Đường hầm hai chiều giữa MAP2 và AR3 được thiết lập.

Bước 7. Khi MN nhận thông điệp HACK, nó có được NRCoA và NLCoA hợp lệ, có thể sử dụng khi kết tới AR3. MN gửi thông điệp cập nhật liên kết BU tới HA/CN thông báo địa chỉ NRCoA.

Bước 8. Khi nhận được thông điệp BU, CN trả lời bằng thông điệp chấp nhận liên kết (BAck) và từ đây các gói CN gửi cho MN được gửi theo NRCoA và được MAP2 đóng gói đường hầm tới AR3.

Bước 9. Sau khi hoàn thành chuyển giao L2, MN gửi thông điệp thông báo láng giềng nhanh FNA tới AR3, cho biết sự hiện diện của MN ở điểm gắn kết mới.

Bước 10. Sau khi nhận được thông điệp FNA, AR3 gửi thông điệp trả lời chấp nhận thông báo láng giềng tới MN và bắt đầu chuyển các gói trong bộ đệm tới MN.

Bước 11. Sau khi nhận được thông điệp chấp nhận thông báo láng giềng, MN gửi thông điệp cập nhật liên kết nội bộ LBU tới MAP2.

Bước 12. MAP2 lưu lại liên kết và chuyển các gói gửi cho MN tới LCoA của nó.

Trong I-FHMIPv6, cập nhật liên kết với HA/CN được thực hiện ngay sau khi MN nhận được thông điệp FBAck. Do đó, CN gửi các gói tới MN qua MAP2 (không qua MAP1) trước chuyển giao L2 nên có thể tránh được định tuyến vòng và sai tuần tự gói ở đích. Khi MN kết nối tới AR3, nó không phải thực hiện cập nhật liên kết với HA/CN. Vì thế, có thể giảm được trễ chuyển giao sơ với của F-HMIPv6.

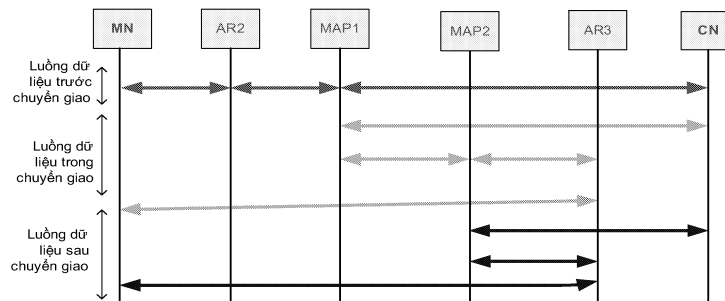
3. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ HIỆU NĂNG CHUYỂN GIAO CỦA CƠ CHẾ I-FHMIPv6

3.1. Phân tích

Phụ thuộc vào thời điểm gói tới các bộ định tuyến, các gói được chia thành các lớp theo đường chúng đi. Với chuyển giao trong miền, cơ chế chuyển giao của I-FHMIPv6 và F-HMIPv6 là như nhau. Do vậy, trong bài báo này không phân tích, so sánh luồng dữ liệu khi MN di chuyển trong miền của hai cơ chế chuyển giao F-HMIPv6 và I-FHMIPv6.

a. Đối với cơ chế F-HMIPv6

Hình 3.4 mô tả đường đi của luồng dữ liệu giữa CN và MN khi MN di chuyển liên miền của cơ chế F-HMIPv6. Hình 3.5 mô tả đường đi của luồng dữ liệu giữa CN và MN khi MN di chuyển liên miền của cơ chế I-FHMIPv6.



Hình 3.4. Mô tả luồng dữ liệu khi MN di chuyển liên miền của F-HMIPv6

Các gói lớp 1: Những gói đến MAP1 trước khi MAP1 nhận thông điệp FBack, được MAP1 đóng gói đường hầm tới AR2 và được AR2 phát trực tiếp cho MN. Tức là các gói này đi từ CN tới MN theo tuyến CN-MAP1-AR2 và tới MN.

Các gói lớp 2: Những gói tới MAP1 sau khi MAP1 nhận thông điệp FBack và trước khi CN nhận được thông điệp cập nhật liên kết BU (trước chuyển giao L2), được MAP1 đóng gói đường hầm tới AR3 (qua MAP2) và được AR3 phát cho MN sau khi nhận được thông điệp thông báo lảng giềng nhanh (FNA). Như vậy, các gói này đi từ CN tới MN theo tuyến CN-MAP1-MAP2-AR3 và tới MN.

Các gói lớp 3: Những gói được CN gửi sau thời điểm nó nhận được thông điệp BU (sau chuyển giao L2), được chuyển tới MN theo tuyến CN-MAP2-AR3 và tới MN. Như vậy, đường đi của luồng dữ liệu từ CN tới MN có sự khác nhau giữa trong và sau chuyển giao L2.

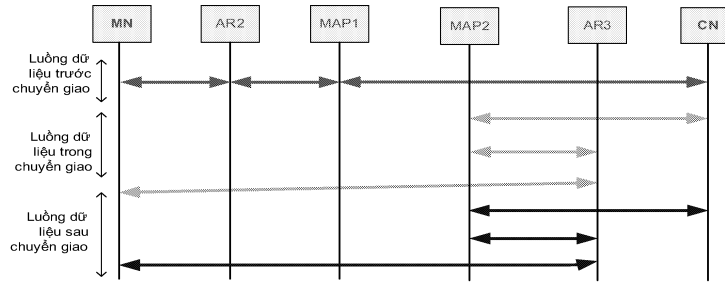
b. Đối với cơ chế I-FHMIPv6

Các gói lớp 1: Những gói được CN gửi cho MN trước khi nhận thông điệp cập nhật liên kết BU, được gửi tới MN theo tuyến CN-MAP1-AR2 và tới MN.

Các gói lớp 2: Những gói được CN gửi cho MN sau thời điểm CN nhận thông điệp BU (trước chuyển giao L2), được chuyển tới MN theo tuyến CN-MAP2-AR3 và tới MN.

Các gói lớp 3: Những gói được CN gửi cho MN sau chuyển giao L2, những gói này được chuyển tới MN theo tuyến CN-MAP2-AR3 và tới MN (như các gói lớp 2).

Như vậy, ở chuyển giao liên miền các gói thuộc lớp 2, đường đi của các gói ở hai cơ chế chuyển giao có sự khác nhau. Với cơ chế F-HMIPv6, các gói thuộc lớp 2 bị định tuyến vòng qua MAP1 sau đó mới tới MAP2 rồi tới AR3. Với cơ chế I-FHMIPv6, các gói thuộc lớp 2 được định tuyến tới thẳng MAP2 và được MAP2 chuyển tới AR3, có thể tránh được định tuyến



Hình 3.5. Mô tả luồng dữ liệu khi MN di chuyển liên miền của I-FHMIPv6

vòng và sai tuần tự gói ở đích.

3.2. So sánh, đánh giá

Mô hình phân tích như hình 2.2, các tham số giả định như sau:

d_{X-Y} : Số hop (bước nhảy) trung bình giữa nút X và nút Y;

d_{X-Y} : Số hop trung bình giữa nút X và nút Y;

t_{X-Y} : Trễ truyền giữa nút X và nút Y;

t_{α} : Trễ truyền trung bình của một gói phát qua một hop ở môi trường không dây;

t_{β} : Trễ truyền trung bình của một gói phát qua một hop ở môi trường dây dẫn;

t_{L2} : Trễ chuyển giao tầng 2;

Trễ hai hướng truyền giữa hai nút là như nhau. Trễ xử lý bên trong các MAP, AR, MN, CN là nhỏ và không ảnh hưởng đến kết quả đánh giá khi bỏ qua (không đưa vào đánh giá).

Chuyển giao F-HMIPv6

a. Chuyển giao trong miền

Việc phát hiện di chuyển, cấu hình địa chỉ (bao gồm cả kiểm tra trùng địa chỉ) của chuyển giao L3 được thực hiện trước chuyển giao L2. Do vậy, trễ phát hiện di chuyển và trễ cấu hình địa chỉ được loại bỏ khỏi trễ chuyển giao của F-HMIPv6. Khi gắn kết với AR2, MN thực hiện gửi thông điệp FNA thông báo sự hiện diện của mình và nhận thông điệp trả lời với trễ là $2t_{MN-AR}$. Sau đó, MN thực hiện cập nhật liên kết với MAP1 với trễ gửi thông điệp cập nhật liên kết nội bộ LBU, và nhận thông điệp trả lời là $2t_{MN-MAP}$. Vậy trễ chuyển giao trong miền của F-HMIPv6 ký hiệu là $T_{F-HMIPv6}^{intra}$ và tính được bằng công thức sau:

$$T_{F-HMIPv6}^{intra} = t_{L2} + 4t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}d_{AR-MAP}. \quad (3.1)$$

b. Chuyển giao liên miền

Việc phát hiện di chuyển và cấu hình địa chỉ được thực hiện trước khi chuyển giao L2, khi gắn kết với AR3, MN thực hiện gửi thông điệp FNA thông báo sự hiện diện của mình với AR3 và nhận thông điệp trả lời với trễ là $2t_{MN-AR}$, thực hiện cập nhật liên kết LBU với MAP2 với trễ là $2t_{MN-MAP}$. MN thực hiện cập nhật liên kết, cập nhật RCoA với HA/CN, để tránh tấn công từ lỗi gửi thông điệp BU đến CN, BU phải thực hiện xác thực, sử dụng mật mã liên kết quản lý khóa [5]. Quá trình được thực hiện như sau:

- (1) MN gửi thông điệp HoTI gián tiếp đến CN, thiết lập đường hầm qua HA.
- (2) MN gửi thông điệp CoTI trực tiếp đến CN.
- (3) CN gửi thông điệp HoT trả lời thông điệp HoTI gián tiếp đến MN qua HA.
- (4) CN gửi thông điệp CoT trả lời thông điệp CoTI trực tiếp đến MN.

Do thông điệp HoTI và CoTI được MN gửi đồng thời, CN có thể gửi đồng thời thông điệp trả lời HoT và CoT nên trễ xác thực BU sẽ bằng trễ lớn nhất giữa thời gian gửi HoTI, nhận HoT qua HA và thời gian gửi CoTI, nhận CoT không qua HA. Trễ thực hiện xác thực BU ký hiệu là t_{RR} và được tính bằng công thức:

$$t_{RR} = 2t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}(d_{AR-MAP} + d_{MAP-HA} + d_{HA-CN}). \quad (3.2)$$

Trễ cập nhật liên kết với HA/CN ký hiệu là t_{BU} bao gồm trễ xác thực t_{RR} và trễ MN gửi thông điệp BU tới HA/CN và nhận thông điệp trả lời BAcK xác nhận liên kết, tính bằng công thức sau:

$$t_{BU} = 4t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}(2d_{AR-MAP} + d_{MAP-HA} + d_{HA-CN} + d_{MAP-CN}). \quad (3.3)$$

Vậy trễ chuyển giao liên miền của F-HMIPv6 ký hiệu là $T_{F-HMIPv6}^{inter}$ có thể được tính bằng công thức sau:

$$T_{F-HMIPv6}^{inter} = t_{L2} + 8t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}(3d_{AR-MAP} + d_{MAP-HA} + d_{HA-CN} + d_{MAP-CN}). \quad (3.4)$$

Do sau khi gửi thông điệp trả lời FBacK, đường hầm được thiết lập giữa MAP1 và AR3, các gói được CN gửi cho MN tới MAP1 sẽ được tạo đường hầm bằng cách đóng gói và chuyển tới AR3 (qua MAP2), rồi được AR3 chuyển tới MN. Vì vậy, gói tới được AR3 sớm nhất sau khi MN kết thúc kết nối tới AR2 phải sau $t_{L2} + t_{\beta}d_{MAP1-MAP2} + t_{\beta}t_{MAP-AR} + t_{\alpha}d_{AR-MN}$. Vì vậy, trễ chuyển giao liên miền của F-HMIPv6 được tính bằng: $\max(t_{L2} + 8t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}(3d_{AR-MAP} + d_{MAP-HA} + d_{HA-CN} + d_{MAP-CN}), t_{L2} + t_{\beta}d_{MAP1-MAP2} + t_{\beta}d_{MAP-AR} + t_{\alpha}d_{AR-MN})$.

Do $d_{MAP1-MAP2} < d_{MAP-HA} + d_{MAP-CN}$ nên $T_{F-HMIPv6}^{inter}$ tính được bằng công thức:

$$T_{F-HMIPv6}^{inter} = t_{L2} + 8t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}(3d_{AR-MAP} + d_{MAP-HA} + d_{HA-CN} + d_{MAP-CN}). \quad (3.5)$$

Chuyển giao I-FHMIPv6

a. Chuyển giao trong miền

Khi MN di chuyển trong một miền MAP cơ chế chuyển giao trong miền của I-FHMIPv6 tương tự như cơ chế chuyển giao trong miền của F-HMIPv6. Trễ chuyển giao trong miền của I-FHMIPv6 ký hiệu là $T_{I-FHMIPv6}^{intra}$ và tính được bằng công thức sau:

$$T_{I-FHMIPv6}^{intra} = t_{L2} + 4t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}d_{AR-MAP}. \quad (3.6)$$

b. Chuyển giao liên miền

Ở cơ chế chuyển giao I-FHMIPv6, việc phát hiện di chuyển, cấu hình địa chỉ và thực hiện cập nhật liên kết với HA/CN được thực hiện trước chuyển giao L2. Do vậy, sau khi gắn kết với AR3, MN không phải thực hiện cập nhật liên kết với HA/CN nên có thể tránh được trễ cập nhật liên kết với HA/CN. Do đó, trễ chuyển giao liên miền của cơ chế I-FHMIPv6 bao gồm trễ chuyển giao L2, trễ thông báo sự hiện diện của MN ở liên kết mới và trễ cập nhật liên kết nội bộ với MAP2. Trễ chuyển giao liên miền của I-FMHIIPv6 ký hiệu là $T_{I-FMHIIPv6}^{inter}$ và có thể được tính bằng công thức sau:

$$T_{I-FMHIIPv6}^{inter} = t_{L2} + 4t_{\alpha}d_{MN-AR} + 2t_{\beta}d_{AR-MAP}. \quad (3.7)$$

Ngay sau khi CN gửi thông điệp BAcK, các gói CN gửi cho MN sau đó được gửi theo địa chỉ mới nên khi MN nhận được thông điệp BAcK thì các gói gửi theo địa chỉ mới cũng có thể tới được AR3. Do vậy, trễ chuyển giao của I-FHMIPv6 tính được bằng công thức (3.7).

Bảng 1. Các tham số đánh giá [2, 11]

Tham số	d_{MN-AR}	d_{AR-MAP}	d_{MAP-HA}	d_{MAP-CN}	d_{HA-CN}	t_α	t_β	T_{L2}	R_m	R_M
Giá trị	1	2	6	4	6	2ms	0,5ms	100ms	30ms	70ms

Từ (3.1 và 3.6) ta có được công thức tính chênh lệch trễ chuyển giao liên miền giữa cơ chế F-HMIPv6 và cơ chế I-FHMIPv6 như sau:

$$T_{F-HMIPv6}^{inter} - T_{I-FHMIPv6}^{inter} = 4t_\alpha d_{MN-AR} + 2t_\beta (2d_{AR-MAP} + d_{MAP-HA} + d_{HA-CN} + d_{MAP-CN}) \quad (3.8)$$

Tính toán số

Với bảng giá trị các tham số đánh như trong bảng 1 ta tính được trễ chuyển giao của F-HMIPv6 và I-FHMIPv6 như sau:

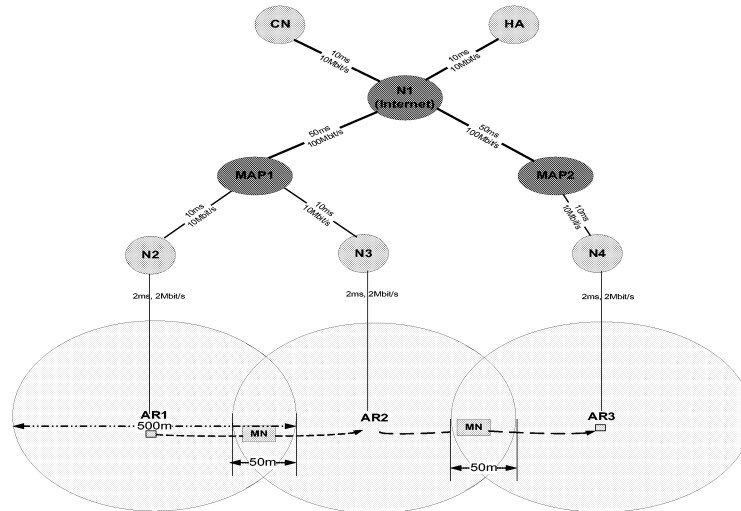
Công thức (3.1) và (3.6) cho thấy trễ chuyển giao trong miền của hai cơ chế F-HMIPv6 và I-FHMIPv6 là như nhau và tính được bằng 110 ms.

Từ công thức (3.5) tính được trễ chuyển giao liên miền của cơ chế F-HMIPv6 bằng 138 ms. Từ công thức (3.7) tính được trễ chuyển giao liên miền của cơ chế I-FHMIPv6 bằng 110 ms.

Như vậy, theo kết quả tính toán số, trễ chuyển giao của cơ chế I-FHMIPv6 giảm được khoảng 20,23% so với trễ chuyển giao của cơ chế F-HMIPv6.

3.3. Mô phỏng đánh giá hiệu năng

a. Mô hình mô phỏng



Hình 3.6. Mô hình mạng mô phỏng cơ chế chuyển giao của F-HMIPv6 và I-FHMIPv6

Mô hình mạng mô phỏng được thể hiện trong hình 3.6. Sử dụng bộ mô phỏng NS-2 phiên bản 2.1b7a trên hệ thống Ubuntu 10.04, với giao thức mở rộng NOAH có trong FHMIPv6.1.3.1. Kịch bản mô phỏng, HA và CN kết nối với nút trung gian N1 thông qua một liên kết có trễ

Bảng 2. Tổng hợp trễ chuyển giao và thông lượng tính trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định khi MN di chuyển trong miền

Kịch bản mô phỏng	Trễ chuyển giao (giây)		Thông lượng (Mbit/s)	
	F-HMIPv6	I-FHIPv6	F-HMIPv6	I-FHIPv6
Kịch bản 1	0,1043	0,1144	0,3945	0,3922
Kịch bản 2	0,1149	0,1047	0,3915	0,3942
Kịch bản 3	0,1081	0,1065	0,3906	0,3915
Kịch bản 4	0,1013	0,1040	0,3872	0,3872

là 10ms, băng thông 10Mbit/s. Liên kết giữa N1 và MAP1, MAP2 có trễ là 50ms, băng thông là 100Mbit/s. MAP1 kết nối với N2, N3 có trễ là 10ms và băng thông là 10Mbit/s. MAP2 kết nối tới N4 có trễ là 10ms và băng thông là 10Mbit/s. Liên kết giữa N2 và AR1, giữa N3 và AR2, giữa N4 và AR3 có trễ là 2ms và băng thông là 2Mbit/s[3]. Trễ chuyển giao L2 bằng 100ms. Kiểu liên kết N2 và AR1, N3 và AR2, N4 và AR3 được thiết lập hàng đợi DropTail, các liên kết còn lại sử dụng xếp hàng hủy bỏ sớm ngẫu nhiên (RED). Mạng lõi là Ethernet – IEEE 802.3, 10BaseT và 100BaseT, mạng truy cập dựa trên IEEE 802.11, băng thông không dây là 2Mbit/s, bán kính phủ sóng là 250 mét, vùng phủ sóng chồng lấn là 50mét. CN có tác tử nguồn là TCP, kết hợp với MN là tác tử nhận.

Thực hiện mô phỏng với các cơ chế chuyển giao F-HMIPv6 và I-FHIPv6. Mỗi cơ chế thực hiện mô phỏng với 4 kịch bản 1, 2, 3 và 4 tương ứng với MN di chuyển từ AR1 qua AR2 rồi tới AR3 ở các tốc độ 3,6km/h (1m/s), 15km/h (4,17m/s), 30km/h (8,33m/s), và 60 km/h (16,66m/s). CN và MN bắt đầu giao tiếp với nhau sau 5 giây, MN bắt đầu di chuyển ở giây thứ 10. Ở mỗi tốc độ, thực hiện chạy mô phỏng 5 lần, thời điểm CN giao tiếp với MN và tốc độ di chuyển của MN có sai lệch ngẫu nhiên nhỏ hơn 10 ms.

b. Kết quả mô phỏng

Kết quả mô phỏng được tính trung bình từ kết quả của 5 lần chạy đối với từng cơ chế chuyển giao ở mỗi tốc độ di chuyển của MN. Trễ chuyển giao tính trung bình có độ lệch chuẩn $\leq 0,0688$ giây, thông lượng tính trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định có độ lệch chuẩn $\leq 0,0547$ Mbit/s. Bảng 2 là kết quả về trễ chuyển giao và thông lượng tính trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định khi MN di chuyển trong miền, Bảng 3 là trễ chuyển giao khi MN di chuyển liên miền, và Bảng 4 là thông lượng tính trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định khi MN di chuyển liên miền.

- Chuyển giao trong miền:

Ở tất cả các kịch bản mô phỏng, khi MN di chuyển trong miền, hiệu năng chuyển giao của hai cơ chế F-HMIPv6 và I-FHIPv6 tương đương nhau. Trễ chuyển giao khoảng 0,1073 giây, với độ lệch chuẩn là 0,0016 giây và thông lượng tính trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định khoảng 0,3911 Mbit/s với độ lệch chuẩn là 0,0009Mbit/s. Tỷ lệ gói mất và số gói bị mất do chuyển giao gây ra cũng tương đương nhau. Kết quả trên là phù hợp bởi vì, cơ chế chuyển giao của I-FHIPv6 cải tiến việc cập nhật liên kết với HA/CN, mà việc cập nhật liên kết với HA/CN chỉ diễn ra khi chuyển giao liên miền. Nên, khi MN di chuyển trong miền, cơ chế chuyển giao I-FHIPv6 hoạt động tương tự cơ chế chuyển giao F-HMIPv6.

- Chuyển giao liên miền

+ Về trễ chuyển giao:

Ở kịch bản 1: Trễ chuyển giao của I-FHIPv6 là 1,1904 giây giảm 0,1935 giây (tương đương 13,98%) so với trễ chuyển giao của F-HMIPv6 là 1,3839 giây, với độ lệch chuẩn là

Bảng 2. Tổng hợp và so sánh trễ chuyển giao khi MN di chuyển liên miền

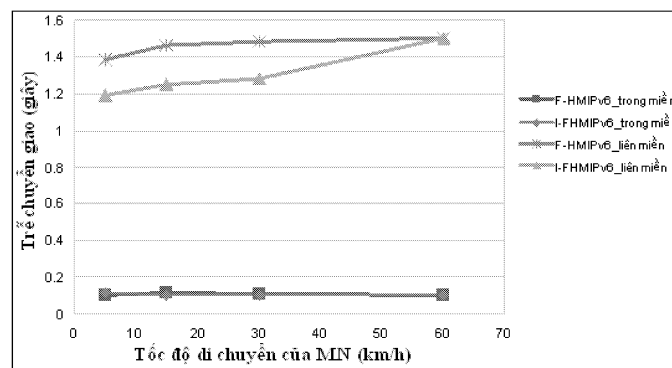
Kịch bản mô phỏng	Trễ chuyển giao của F-HMIPv6 (giây)	Trễ chuyển giao của I-FHMIPv6 (giây)	Số giây giảm được của I-FHMIPv6 so với F-HMIPv6	% giảm được của I-FHMIPv6 so với F-HMIPv6
Kịch bản 1	1,3839	1,1904	0,1935	13,98
Kịch bản 2	1,4660	1,2507	0,2153	14,68
Kịch bản 3	1,4845	1,2817	0,2029	13,66
Kịch bản 4	1,5052	1,5033	0,002	0,13

0,0618 giây. Ở kịch bản 2: Trễ chuyển giao của I-FHMIPv6 là 1,2507 giây giảm 0,2153 giây (tương đương 14,68%) so với trễ chuyển giao của F-HMIPv6 là 1,4660 giây, với độ lệch chuẩn là 0,0688 giây. Ở kịch bản 3: Trễ chuyển giao của I-FHMIPv6 là 1,2817 giây giảm 0,2029 giây (tương đương khoảng 13,66%) so với trễ chuyển giao của F-HMIPv6 là 1,4845 giây, với độ lệch chuẩn là 0,0046 giây. Và ở kịch bản 4: Trễ chuyển giao của F-HMIPv6 và I-FHMIPv6 tương đương nhau, vào khoảng 1,5 giây.

+ Về thông lượng: Ở kịch bản 1: Thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định của I-FHMIPv6 là 0,2094Mbit/s tăng 0,0234Mbit/s (tương đương 11,57%) so với của F-HMIPv6 là 0,1811Mbit/s, với độ lệch chuẩn là 0,0547Mbit/s. Ở kịch bản 2: Thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định của I-FHMIPv6 là 0,2092Mbit/s tăng 0,0241Mbit/s (tương đương 13,03%) so với của F-HMIPv6 là 0,1851Mbit/s, với độ lệch chuẩn là 0,0045Mbit/s. Ở kịch bản 3: Thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định của I-FHMIPv6 là 0,1888Mbit/s tăng 0,0165Mbit/s (tương đương 9,5883%) so với của F-HMIPv6 là 0,1722Mbit/s, với độ lệch chuẩn là 0,0069Mbit/s. Và ở kịch bản 4: Thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định của F-HMIPv6 và I-FHMIPv6 tương đương nhau, vào khoảng 0,165Mbit/s, với độ lệch chuẩn là 0,0024Mbit/s.

+ Về tỷ lệ gói mất:

Số gói mất do chuyển giao gây ra của cơ chế F-HMIPv6 thấp hơn của cơ chế I-FHMIPv6 nhưng không đáng kể và có thể coi là tương đương nhau ở tất cả các kịch bản mô phỏng.



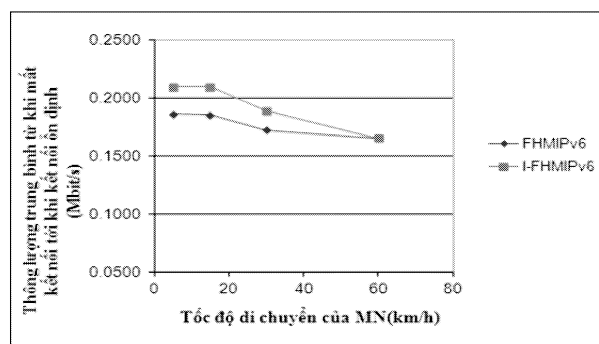
Hình 3.7. Biểu đồ so sánh trễ chuyển giao của F-HMIPv6 và I-FHMIPv6

Như vậy, kết quả mô phỏng hai cơ chế chuyển giao cho thấy: Khi MN di chuyển ở tốc độ thấp, tương đương tốc độ di chuyển của các phương tiện đi trong nội thành thì hiệu năng chuyển

Bảng 4. So sánh thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định khi MN di chuyển liên miền

Kịch bản mô phỏng	Thông lượng của F-HMIPv6 (Mbit/s)	Thông lượng của I-FHMIPv6 (Mbit/s)	Mức tăng của I-FHMIPv6 so với F-FMIPv6 (Mbit/s)	% tăng của I-FHMIPv6 so với F-HMIPv6
Kịch bản 1	0,1860	0,2094	0,0234	12,5713
Kịch bản 2	0,1851	0,2092	0,0241	13,0324
Kịch bản 3	0,1722	0,1888	0,0165	9,5883
Kịch bản 4	0,1652	0,1649	-0,0003	-0,1680

giao của cơ chế I-FHMIPv6 tốt hơn hiệu năng chuyển giao của cơ chế F-HMIPv6. Khi MN di chuyển ở tốc độ cao thì hiệu năng chuyển giao của cơ chế I-FHMIPv6 tương đương với hiệu năng chuyển giao của cơ chế F-HMIPv6. Hình 3.7 là biểu đồ so sánh trễ chuyển giao và Hình 3.8 là biểu đồ so sánh thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định của hai cơ chế.



Hình 3.8: Biểu đồ so sánh thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định khi chuyển giao liên miền

Có kết quả như trên là do cơ chế chuyển giao I-FHMIPv6 cải tiến việc cập nhật liên kết với HA/CN. Cập nhật liên kết với HA/CN được thực hiện trước chuyển giao L2. Cơ chế cải tiến phát huy hiệu quả khi việc cập nhật liên kết với HA/CN hoàn thành trước chuyển giao L2. Khi MN di chuyển ở tốc độ cao, vùng phủ sóng chồng lấn không đủ để MN hoàn thành việc cập nhật liên kết với HA/CN trước khi chuyển giao L2. Khi đó, cơ chế chuyển giao của I-FHMIPv6 hoạt động như của F-HMIPv6, hiệu năng chuyển giao của I-FHMIPv6 tương đương với hiệu năng chuyển giao của F-HMIPv6. Để cơ chế I-FHMIPv6 phát huy hiệu quả, vùng phủ sóng chồng lấn cần lớn hơn yêu cầu vùng phủ sóng chồng lấn của cơ chế F-HMIPv6.

4. KẾT LUẬN

Cơ chế F-HMIPv6 có một số hạn chế như định tuyến vòng, sai tuần tự ở nơi nhận và trễ chuyển giao còn khá lớn. Chúng tôi đề xuất cơ chế chuyển giao I-FHMIPv6, cải tiến cơ chế chuyển giao của F-HMIPv6. Với cơ chế chuyển giao I-FHMIPv6, việc cập nhật liên kết với HA/CN được thực hiện ngay khi MN nhận được thông điệp FBack và trước khi chuyển giao L2 thực sự diễn ra. Cơ chế chuyển giao của I-FHMIPv6 có thể tránh được định tuyến vòng trong quá trình chuyển giao, tránh được khả năng sai tuần tự các gói ở đích và có thể giảm

được trễ chuyển giao so với cơ chế F-HMIPv6. Kết quả mô phỏng trên NS-2 với mô hình mô phỏng được xây dựng cho thấy hiệu năng chuyển giao của I-FHMIPv6 tốt hơn của F-HMIPv6 khi MN di chuyển ở tốc độ thấp, vùng phủ sóng chồng lấn đảm bảo. Trễ chuyển giao của cơ chế I-FHMIPv6 có thể giảm tới 14,68%, thông lượng trung bình từ khi mất kết nối tới khi kết nối ổn định tăng tới 13,03% so với của cơ chế F-HMIPv6 và tỷ lệ mất gói của hai cơ chế là tương đương nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Michal Skořepa, Richard Klügl, Analytical comparison of Mobile IPv6 handover schemes, *Elektrorevue*, (ISSN:1213-1539) **2** (2) (June 2011).
- [2] P. Dipali, Patil and G. A. Patil, Integration of FMIPv6 in HMIPv6 to Improve Handover Performance, *International Conference on Methods and Models in Science and Technology (ICM2ST-10)*, R. B. Patel and B. P Singh, 2010.
- [3] Hwei Yu, Ming Tao, *Fast Handover in Hierarchical Mobile IPv6 Based on Motion Pattern Detection of Mobile Node*, Springer Science+Business Media, LLC. 2010.
- [4] Hwan-Souk Yoo, Randy S. Tolentino2, Byungjoo Park, Byeong-Yun Chang, and Sang-Ha Kim, ES-FHMIPv6: An Efficient Scheme for Fast Handover over HMIPv6 Networks, *International Journal of Future Generation Communication and Networking* **2** (2) (June, 2009).
- [5] R. Koodli, Ed, *Mobile IPv6 Fast Handovers*, IETF, RFC 5268, June 2008.
- [6] W. Chung and S. Lee, Improving Performance of HMIPv6 Networks with Adaptive MAP Selection Scheme, *IEICE Trans. Commun.* **E90-B** (4) (April 2007).
- [7] Sungkuen Lee, Eallae Kim, Taehyung Lim, Seokjong Jeong, and Jinwoo Park, *Micromobility Management Enhancement for Fast Handover in HMIPv6-Based Real-Time Applications*, Y.-H. Lee et al. (Eds.): ICSS 2007, LNCS 4523, 2007 (476—487).
- [8] Y. Kim, M. Kim, Y. Mun, Performance analysis of the mobility anchor point in hierarchical mobile IPv6, *IEICE Transactions on Communications* **E89-B** (2006) 2715—2721.
- [9] H. Soliman, C. Castelluccia, K. El Malki, L. Bellier, Hierarchical Mobile IPv6 Mobility Management (HMIPv6), *IETF RFC 4140*, 2005.
- [10] HeeYoung Jung, EunAh Kim, JongWha Yi, and HyeongHo Lee, A Scheme for Supporting Fast Handover in Hierarchical Mobile IPv6 Networks, *ETRI Journal* **27** (6) (December 2005).
- [11] T. Narten, S. Thomson, Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6), *IETF, RFC 2461*, 1998.

Ngày nhận bài 12 - 4 - 2012

Nhận lại sau sửa 20 - 8 - 2012