



CK.0000062304

PHẠM VIỆT BÌNH (Chủ biên)  
VŨ CHIẾN THẮNG, NGÔ THỊ VINH  
PHẠM QUỐC THỊNH

# MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY TRÊN NỀN KIẾN TRÚC IP



GUYÊN  
LIÊU



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

**PHẠM VIỆT BÌNH (Chủ biên)  
VŨ CHIẾN THẮNG, NGÔ THỊ VINH,  
PHẠM QUỐC THỊNH**

# **MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY TRÊN NỀN KIẾN TRÚC IP**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
HÀ NỘI - 2012





cho các mạng cảm biến không dây. Tuy nhiên, các mạng cảm biến này cần phải thông qua một Gateway để có thể giao tiếp được với mạng Internet và các mạng IP khác. Các Gateway lớp ứng dụng là rất phức tạp để thiết kế và quản lý. Đây là một trong những nhược điểm chính đối với các mạng cảm biến không dây được phát triển không dựa trên nền kiến trúc IP.

Tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế IETF đã rất nỗ lực trong việc chuẩn hóa IPv6 cho các mạng cá nhân không dây công suất thấp (6LoWPAN) nói chung và các mạng cảm biến không dây nói riêng. Chuẩn mới này cho phép sử dụng IPv6 trong các mạng cảm biến không dây trên nền chuẩn truyền thông vật lý IEEE 802.15.4. Cùng với đó, một nhóm làm việc khác của IETF (RoLL) làm việc về vấn đề định tuyến qua các mạng này. Nhóm làm việc này đã thiết kế và xác định một giao thức định tuyến IP mới được gọi là giao thức định tuyến IPv6 cho các mạng tồn hao công suất thấp (RPL). Một trong những lợi ích chính của kiến trúc IP đó là các mạng cảm biến không dây có thể kết nối trực tiếp với Internet và sử dụng chuẩn kiến trúc dịch vụ Web cho các mạng này mà không cần đến các Gateway lớp ứng dụng.

Cuốn sách này giới thiệu về mạng cảm biến không dây dựa trên nền kiến trúc IP. Thông qua cuốn sách, bạn đọc có thể hiểu được cách thức để các mạng cảm biến không dây trên nền kiến trúc IPv6 có thể tương tác được với nhau và kết nối được với các mạng IP khác. Cuốn sách này được chia làm 7 chương như sau:

*Chương 1: Giới thiệu về mạng cảm biến không dây.*

*Chương 2: Kiến trúc IP cho mạng cảm biến không dây.*

*Chương 3: Các giao thức lớp giao vận.*

*Chương 4: IPv6 cho mạng cảm biến không dây.*

*Chương 5: Lớp thích ứng 6LoWPAN.*

*Chương 6: Giao thức định tuyến RPL.*

*Chương 7: Giao thức lớp ứng dụng CoAP.*

Các tác giả hy vọng rằng cuốn sách này sẽ có ích cho nhiều bạn đọc, nhất là sinh viên các ngành Điện tử truyền thông, Đo lường, Điều khiển và Tự động hóa.

Mặc dù đã được rà soát kỹ lưỡng nhưng không tránh khỏi các thiếu sót nhỏ. Các tác giả rất mong nhận được những hồi âm góp ý từ phía bạn đọc để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong các lần xuất bản tiếp theo. Mọi thư từ góp ý xin gửi về Khoa Công nghệ Điện tử và Truyền thông - Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông Thái Nguyên - xã Quyết Thắng - thành phố Thái Nguyên.

*Chúng tôi xin chân thành cảm ơn!*

*Thái Nguyên, ngày 12 tháng 12 năm 2012*

**Các tác giả**

# MỤC LỤC

*Trang*

<b>Lời nói đầu</b> .....	<b>5</b>
<b>Chương 1: GIỚI THIỆU VỀ MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY</b> .....	<b>5</b>
<b>1.1. Khái niệm về mạng cảm biến không dây</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2. Những thách thức đối với mạng cảm biến không dây</b> .....	<b>17</b>
1.2.1. Những thách thức ở cấp độ nút .....	17
1.2.2. Những thách thức ở cấp độ mạng .....	19
1.2.3. Sự chuẩn hóa.....	21
1.2.4. Khả năng cộng tác .....	23
<b>1.3. Kiến trúc ngăn xếp giao thức của mạng cảm biến không dây</b> .....	<b>24</b>
1.3.1. Lớp vật lý.....	26
1.3.2. Lớp liên kết dữ liệu.....	26
1.3.3. Lớp mạng.....	27
1.3.4. Lớp giao vận .....	28
1.3.5. Lớp ứng dụng.....	29
<b>1.4. Các cơ chế truyền thông trong mạng cảm biến không dây</b> .....	<b>32</b>
1.4.1. Mô hình truyền thông trong mạng cảm biến không dây .....	32
1.4.1.1. Mô hình truyền thông Điểm-Điểm.....	32
1.4.1.2. Mô hình truyền thông Điểm-Đa điểm.....	33
1.4.1.3. Mô hình truyền thông Đa điểm-Điểm.....	34
1.4.2. Chuẩn truyền thông vật lý cho mạng cảm biến không dây.....	36
1.4.2.1. Định dạng địa chỉ theo chuẩn IEEE 802.15.4 .....	38
1.4.2.2. Lớp vật lý theo chuẩn IEEE 802.15.4 .....	40
1.4.2.3. Lớp điều khiển truy nhập kênh truyền theo chuẩn IEEE 802.15.4 .....	42
1.4.2.4. Cấu trúc khung dữ liệu theo chuẩn IEEE 802.15.4 .....	43
<b>1.5. Cấu trúc phản ứng của nút cảm biến không dây</b> .....	<b>45</b>

1.5.1. Thiết bị truyền thông.....	46
1.5.2. Bộ vi điều khiển.....	47
1.5.3. Cảm biến.....	49
1.5.4. Nguồn cung cấp.....	49
<b>1.6. Phần mềm của nút cảm biến không dây.....</b>	<b>50</b>
1.6.1. Giới thiệu về phần mềm của nút cảm biến không dây.....	50
1.6.2. Hệ điều hành cho mạng cảm biến không dây.....	51
1.6.3. Vấn đề quản lý bộ nhớ.....	52
<b>1.7. Vấn đề quản lý năng lượng trong mạng cảm biến không dây.....</b>	<b>55</b>
1.7.1. Cơ chế quản lý công suất vô tuyến.....	57
1.7.2. Chu kỳ công suất không đồng bộ.....	60
1.7.3. Chu kỳ công suất đồng bộ.....	62
<b>Tổng kết chương 1.....</b>	<b>64</b>
<b>Chương 2: KIẾN TRÚC IP CHO MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY.....</b>	<b>65</b>
<b>2.1. Giới thiệu về kiến trúc IP.....</b>	<b>65</b>
<b>2.2. Những ưu điểm của mạng cảm biến không dây trên nền kiến trúc IP.....</b>	<b>68</b>
2.2.1. Khả năng cộng tác.....	69
2.2.2. Một kiến trúc phát triển và linh hoạt.....	71
2.2.3. Tính ổn định và sự phổ biến của kiến trúc.....	72
2.2.4. Khả năng mở rộng.....	73
2.2.5. Cấu hình và quản lý mạng.....	73
2.2.6. Kích thước nhỏ gọn.....	74
2.2.7. Sự dễ dàng trong việc kết nối với các mạng IP khác.....	75
<b>2.3. Sự chuẩn hóa kiến trúc IP cho mạng cảm biến không dây bởi IETF.....</b>	<b>76</b>
2.3.1. Giới thiệu về tổ chức IETF.....	76
2.3.2. Các nhóm làm việc của IETF liên quan đến kiến trúc IP cho mạng cảm biến không dây.....	77
2.3.2.1. Nhóm làm việc 6LoWPAN.....	78
2.3.2.2. Nhóm làm việc ROLL.....	79
<b>2.4. Các mô hình kết nối IP cho mạng cảm biến không dây.....</b>	<b>81</b>
2.4.1. Mô hình mạng cảm biến không dây tự trị.....	81



2.4.2. Mô hình mạng cảm biến không dây kết nối với Internet .....	81
<b>Tổng kết chương 2 .....</b>	<b>82</b>
<b>Chương 3: CÁC GIAO THỨC LỚP GIAO VẬN .....</b>	<b>84</b>
<b>3.1. Giao thức UDP .....</b>	<b>84</b>
3.1.1. Chuyển phát dữ liệu với nỗ lực tốt nhất .....	85
3.1.2. Tiêu đề UDP .....	85
<b>3.2. Giao thức TCP .....</b>	<b>86</b>
3.2.1. Vận chuyển dòng dữ liệu đáng tin cậy .....	87
3.2.2. Tiêu đề TCP .....	89
3.2.3. Các tùy chọn TCP .....	92
3.2.4. Ước lượng khoảng thời gian gửi gói tin và nhận được gói tin xác nhận (Round-Trip-Time) .....	93
3.2.5. Điều khiển luồng .....	93
3.2.6. Điều khiển tắc nghẽn .....	94
<b>3.3. Giao thức UDP cho mạng cảm biến không dây .....</b>	<b>94</b>
<b>3.4. Giao thức TCP cho mạng cảm biến không dây .....</b>	<b>95</b>
<b>Tổng kết chương 3 .....</b>	<b>97</b>
<b>Chương 4: IPV6 CHO MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY .....</b>	<b>98</b>
<b>4.1. Giới thiệu về IPV6 .....</b>	<b>98</b>
<b>4.2. Các tiêu đề gói tin IPV6 .....</b>	<b>99</b>
4.2.1. Tiêu đề IPV6 cố định (IPv6 Fixed Header) .....	99
4.2.2. Tiêu đề mở rộng (Extended Header) .....	101
4.2.3. Tiêu đề tùy chọn từng bước nhảy (Hop-by-Hop Option Header) .....	102
4.2.4. Tiêu đề định tuyến (Routing Header) .....	103
4.2.5. Tiêu đề phân mảnh (Fragment Header) .....	104
4.2.6. Tiêu đề tùy chọn đích (Destination Option Header) .....	106
4.2.7. Tiêu đề nhận thực và tiêu đề đóng gói bảo mật .....	106
4.2.8. Tiêu đề kết thúc (No Next Header) .....	107
<b>4.3. Kiến trúc địa chỉ IPV6 .....</b>	<b>107</b>
4.3.1. Khái niệm về Unicast, Anycast và Multicast .....	107
4.3.2. Biểu diễn các địa chỉ IPV6 .....	107

4.3.3. Các địa chỉ IPv6 Unicast .....	109
4.3.3.1. Địa chỉ IPv6 Unicast toàn cầu (Global Unicast IPv6 Addresses).....	109
4.3.3.2. Địa chỉ IPv6 Unicast cục bộ (Local Unicast IPv6 Addresses).....	110
4.3.4. Các địa chỉ IPv6 Anycast.....	112
4.3.5. Các địa chỉ IPv6 Multicast .....	112
<b>4.4. Giao thức ICMP cho IPv6 .....</b>	<b>114</b>
4.4.1. Bản tin thông báo lỗi ICMPv6.....	115
4.4.2. Bản tin thông tin ICMPv6.....	116
<b>4.5. Giao thức khám phá láng giềng.....</b>	<b>117</b>
4.5.1. Bản tin yêu cầu láng giềng (Neighbor Solicitation Message) .....	118
4.5.2. Bản tin thông báo láng giềng (Neighbor Advertisement Message).....	119
4.5.3. Bản tin thông báo bộ định tuyến (Router Advertisement Message).....	120
4.5.3.1. Các tiền tố tùy chọn được thông báo trong các bản tin RA.....	122
4.5.3.2. Tùy chọn máy chủ hệ thống tên miền để quy được thông báo trong các bản tin RA.....	123
4.5.4. Bản tin yêu cầu bộ định tuyến (Router Solicitation Message) .....	124
4.5.5. Bản tin chuyển hướng (Redirect Message).....	125
4.5.6. Cơ chế phát hiện không thể kết nối được láng giềng.....	125
<b>4.6. Cân bằng tải.....</b>	<b>126</b>
<b>4.7. Tự động cấu hình IPv6 .....</b>	<b>126</b>
4.7.1. Xây dựng địa chỉ liên kết cục bộ .....	127
4.7.2. Quá trình tự động cấu hình phi trạng thái.....	128
4.7.2.1. Xây dựng các địa chỉ IPv6 Unicast.....	128
4.7.2.2. Quá trình phát hiện địa chỉ trùng lặp DAD (Duplicate Address Detection).....	129
4.7.2.3. Tạo các địa chỉ IPv6 Unicast toàn cầu và mạng cục bộ .....	130
<b>4.8. Giao thức DHCPv6 .....</b>	<b>131</b>
4.8.1. Tự động cấu hình có trạng thái (Stateful DHCPv6).....	131
4.8.2. Tự động cấu hình phi trạng thái (Stateless DHCPv6) .....	132
<b>Tổng kết chương 4 .....</b>	<b>132</b>
<b>Chương 5: LỚP THÍCH ỨNG 6LoWPAN .....</b>	<b>134</b>