

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

NGHIÊN CỨU SINH: NGUYỄN THỊ THANH TÚ

**NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ
PHÁT TRIỂN PHẦN MỀM HỖ TRỢ
GIÁM SÁT, ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG OPC UA**

CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT PHẦN MỀM

MÃ SỐ: 62480103

LUẬN ÁN TIÊN SĨ KỸ THUẬT PHẦN MỀM

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. PGS.TS. HUỖNH QUYẾT THẮNG**
- 2. PGS.TS. BÙI QUỐC KHÁNH**

Hà Nội – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi. Các số liệu, kết quả được viết chung với các tác giả khác đều được sự chấp thuận của đồng tác giả trước khi đưa vào luận án. Trong quá trình làm luận án, tôi kế thừa thành tựu của các nhà khoa học với sự trân trọng và biết ơn. Các số liệu, kết quả trình bày trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố.

Hà Nội, ngày 30 tháng 6 năm 2014

TÁC GIẢ LUẬN ÁN



Nguyễn Thị Thanh Tú

LỜI CẢM ƠN

Em xin chân thành cảm ơn sâu sắc đến Thầy hướng dẫn PGS.TS. Huỳnh Quyết Thắng, PGS.TS. Bùi Quốc Khánh, những người Thầy đã giúp cho em có đam mê, có quyết tâm trong nghiên cứu khoa học.

Em xin chân thành cảm ơn đến các Thầy/Cô ở Viện CNTT & TT, đặc biệt là Bộ môn CNPM; Thầy/Cô ở Viện Kỹ thuật Điều khiển & Tự động hóa; Các Chuyên viên của Viện Đào tạo Sau đại học; Ban Giám đốc, các đồng nghiệp của Trung tâm Mạng Thông tin đã tạo điều kiện, hỗ trợ và giúp đỡ trong học tập, trong nghiên cứu và trong công việc của em suốt thời gian thực hiện luận án.

Em xin chân thành cảm ơn các Thầy/Cô Phản biện, các Thầy/Cô trong Hội đồng các cấp đã trao đổi và cho em nhiều chỉ dẫn quý báu, giúp cho luận án của em được hoàn thiện, trình bày khoa học, hiệu quả hơn.

Tác giả chân thành cảm ơn đến nhóm nghiên cứu bao gồm các Bạn: Nguyễn Tuấn, Nguyễn Trọng Minh, Nguyễn Thị Mai, Nguyễn Trí Dũng, Lê Quý Dương, Nguyễn Việt Dũng, Nguyễn Đình Thịnh đã cùng NCS thực hiện một số nội dung của luận án này; đặc biệt là TS. Vũ Văn Tân, người đã luôn sát cánh, sẵn sàng chia sẻ kiến thức, kinh nghiệm để tác giả học tập, nghiên cứu; xin bày tỏ lòng biết ơn tới Gia đình, những người thân yêu, đã giúp đỡ rất nhiều cả tinh thần lẫn vật chất trong thời gian nghiên cứu và hoàn thành luận án.

Mặc dù đã rất cố gắng nhưng do thời gian và kiến thức còn hạn chế nên luận án chắc còn có nhiều thiếu sót. Em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp quý giá từ Thầy/Cô và các bạn!

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Từ đầy đủ	Mô tả
ADC	Analog to Digital Converter	Bộ chuyển đổi tương tự - số
API	Application Programming Interface	Giao diện lập trình ứng dụng
COM	Component Object Model	Mô hình đối tượng thành phần
DCOM	Distributed COM	Mô hình đối tượng thành phần phân tán
DCS	Distributed Control System	Hệ thống điều khiển phân tán
DDE	Dynamic Data Exchange	Trao đổi dữ liệu động
ERP	Enterprise Resource Planning	Quản lý tài nguyên
EDDL	Electronic Device Description Language	Ngôn ngữ mô tả thiết bị điện tử
FDT	Field Device Tool	Công cụ thiết bị hiện trường
FT	Flow Transmitter	Thiết bị đo lưu lượng
FBD	Function Block Diagram	Sơ đồ khối chức năng
HCS	Hybrid Control System	Hệ thống điều khiển lai
HMI	Human – Machine Interface	Giao tiếp người máy
HTTP	HyperText Transfer Protocol	Giao thức truyền siêu văn bản
IEC	International Electrotechnical Commission	Tổ chức kỹ thuật điện quốc tế
ISA 95	International standard for the integration of enterprise and control systems	Chuẩn cho việc tích hợp hệ thống ở cấp điều hành doanh nghiệp
LED	Light Emitting Diode	Đi-ốt phát quang

MES	Manufacturing Execution System	Hệ thống thực thi sản xuất
OLE	Object Linking and Embedding	Nhúng, liên kết đối tượng
ODBC	Open DataBase Connectivity	Kết nối cơ sở dữ liệu mở
OPC	Object Linking and Embedding (OLE) for Process Control	Liên kết và nhúng đối tượng cho điều khiển quá trình
OPC AE	OPC Alarm & Event	OPC cảnh báo và sự kiện
OPC DA	OPC Data Access	OPC truy cập dữ liệu
OPC DX	OPC Data eXchange	OPC trao đổi dữ liệu
OPC HDA	OPC Historical Data Access	OPC truy cập dữ liệu lịch sử
OPC XML-DA	OPC XML Data Access	OPC truyền tải dữ liệu trên XML
OPC UA	OPC Unified Architecture	OPC kiến trúc tổng thể
PLC	Programmable Logic Controller	Bộ điều khiển logic lập trình được
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition	Hệ thống giám sát và thu thập dữ liệu
SFC	Sequential Function Charts	Biểu đồ tuần tự chức năng
SOA	Service Oriented Architecture	Kiến trúc hướng dịch vụ
SOAP	Simple Object Access Protocol	Giao thức truy cập đối tượng đơn giản
SDK	Software Development Kit	Bộ công cụ phát triển phần mềm
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền dữ liệu
WSDL	Web Services Description Language	Ngôn ngữ mô tả dịch vụ web
XML	Extensible Markup Language	Ngôn ngữ đánh dấu mở rộng

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

STT	Hình số	Nội dung	Trang
1	1.1	Kiến trúc phân tầng phần mềm trong hệ thống công nghiệp (ISA 95)	16
2	1.2	Hệ thống tích hợp cho các hệ thống giám sát và điều khiển dựa trên mô hình ISA 95 và OPC	16
3	1.3	Kiến trúc truyền thống dùng cho các hệ thống công nghiệp	18
4	1.4	Kiến trúc dùng OPC cho hệ thống công nghiệp	18
5	1.5	OPC UA và các đề xuất W3C	19
6	1.6	Phương thức hoạt động của OPC DA	21
7	1.7	Phương thức hoạt động của OPC AE	23
8	1.8	UA thay thế DA, AE và HAD	24
9	1.9	OPC UA – sự đảm bảo về chất lượng	24
10	1.10	Vượt qua internet và tường lửa	24
11	1.11	Ví dụ về mô hình thông tin chung	25
12	1.12	UA và giấy chứng thực	25
13	1.13	Từ phần mềm nhúng đến hệ thống	25
14	1.14	Mac, Windows hay Linux	25
15	1.15	SOAP/XML hay UA Binary	26
16	1.16	UA SDK – giải pháp tiết kiệm chi phí	26
17	1.17	Các đặc tả của OPC UA	26
18	1.18	Tổng quan OPC UA	28
19	1.19	Lớp và Mô hình thông tin	29
20	1.20	Các lớp phát triển ứng dụng OPC UA	30
21	2.1	Mô hình của bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK	38
22	2.2	Mô hình ứng dụng đề xuất dựa trên bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK	40
23	2.3	Các class trong OPC UA Client SDK	42
24	2.4	Biểu đồ hoạt động của Discovery Component	43
25	2.5	Biểu đồ hoạt động của Session Manager	44
26	2.6	Biểu đồ hoạt động của Subscription Manager	45
27	2.7	Biểu đồ hoạt động của Model Manager	46

28	2.8	Kiến trúc chung của OPC UA Server SDK	48
29	2.9	Các bước khởi tạo Server	50
30	2.10	Khởi tạo phiên làm việc	51
31	2.11	InodeManager và các đối tượng quản lý không gian địa chỉ	52
32	2.12	Biểu đồ hoạt động – Client gửi yêu cầu truy vấn	53
33	2.13	Biểu đồ hoạt động dịch vụ duyệt không gian nút	54
34	2.14	Biểu đồ hoạt động dịch vụ đọc giá trị thuộc tính	55
35	2.15	Biểu đồ hoạt động dịch vụ tạo nút mới	56
36	2.16	Tổng quan về quản lý đăng ký	57
37	2.17	Mô hình quản lý đăng ký theo dữ liệu	57
38	2.18	Biểu đồ hoạt động của dịch vụ CreateSubscription	59
39	2.19	Sơ đồ hoạt động dịch vụ thêm phần tử theo dõi	60
40	2.20	Mô hình lấy mẫu dữ liệu	61
41	2.21	Sơ đồ kết nối giữa OPC UA Server với thiết bị	62
42	2.22	Giao diện ISecurityHelper	65
43	2.23	Cơ chế hoạt động	65
44	2.24	Tạo giấy chứng nhận	66
45	2.25	Giấy chứng nhận	66
46	3.1	Sơ đồ hoạt động của hệ thống quan trắc môi trường	69
47	3.2	Kiến trúc hệ thống quan trắc môi trường	70
48	3.3	Cấu hình Controller trong bài toán 1	72
49	3.4	Cách xây dựng Controller trong ứng dụng bài toán 1	73
50	3.5	Thiết bị phần cứng của hệ thống quan trắc	75
51	3.6	Giao diện OPC UA Client của hệ thống quan trắc	75
52	3.7	Thiết bị giả lập FLEX 1000	77
53	3.8	Mô hình hệ thống bài toán 2	78
54	3.9	Cấu hình Controller trong bài toán 2	81
55	3.10	Cách xây dựng Controller trong ứng dụng bài toán số 2	82
56	3.11	Mô hình thực nghiệm	82
57	4.1	Sơ đồ thực nghiệm	86
58	4.2	Mô hình ứng dụng quá trình trộn nước	87

59	4.3	Cấu hình Controller trong bài toán 3	88
60	4.4	Cách xây dựng Controller trong bài toán 3	89
61	4.5	Giao diện mô hình hệ thống giám sát và điều khiển quá trình trộn nước	90
62	4.6	Mô hình chung cho các ứng dụng điều khiển quá trình	92

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỞ ĐẦU	1
1. Lý do chọn đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu của luận án.....	1
3. Nhiệm vụ nghiên cứu của luận án	3
4. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu	4
5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án	5
6. Phương pháp nghiên cứu.....	5
7. Nội dung luận án.....	6
8. Kết quả nghiên cứu, đóng góp của luận án	8
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN.....	9
1.1. Hệ thống điều khiển tự động hóa trong công nghiệp	9
1.1.1. Thiết bị điều khiển khả trình	9
1.1.2. Hệ thống điều khiển phân tán.....	10
1.1.3. Hệ thống điều khiển lai.....	11
1.1.4. Điều khiển tập trung và điều khiển phân tán	11
1.2. Lịch sử phát triển của các chuẩn kết nối và OPC UA	12
1.2.1. OLE.....	13
1.2.2. COM/DCOM.....	13
1.2.3. XML.....	14
1.2.4. SOA	15
1.2.5. Web Services.....	15
1.3. Tổng quan về OPC.....	15
1.4. Các đặc tả của OPC.....	20
1.4.1. Đặc tả OPC DA	20
1.4.2. Đặc tả XML-DA.....	21
1.4.3. Đặc tả DX.....	22
1.4.4. Đặc tả HDA.....	22
1.4.5. Đặc tả OPC AE.....	23
1.4.6. Đặc tả OPC Security.....	23
1.4.7. Đặc tả OPC Batch.....	23
1.5. Đặc tả OPC UA	24
1.5.1. Mô hình Client – Server của OPC UA	30
1.5.2. Nhận xét về các đặc tả của OPC	31

1.6. Phân tích và đánh giá các công trình liên quan	33
1.6.1. Hệ thống KSC	33
1.6.2. Hệ thống OPC-EWS	33
1.6.3. Giao thức trao đổi dữ liệu	34
1.6.4. XML-DA Server nhúng	34
1.6.5. SOCRADES, SIRENA và SODA	34
1.6.6. Vai trò của bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK trong phát triển phần mềm giám sát và điều khiển.....	35
1.7. Nhiệm vụ của luận án.....	36
1.8. Kết luận	37
CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ OPC UA CLIENT-SERVER SDK CHO HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN	38
2.1. Xây dựng bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK.....	38
2.1.1. Kiến trúc hệ thống của bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK.....	38
2.1.2. Xây dựng OPC UA Client SDK.....	42
2.1.3. Xây dựng OPC UA Server SDK	48
2.1.3.1. Khởi tạo Server.....	50
2.1.3.2. Module quản lý phiên làm việc	50
2.1.3.3. Module quản lý không gian địa chỉ	51
2.1.3.4. Module quản lý đăng ký theo dõi dữ liệu	57
a. Mô hình quản lý đăng ký theo dõi dữ liệu.....	57
b. Lấy mẫu dữ liệu trong không gian nút	61
2.2. Kết nối thiết bị với OPC UA Server	61
2.3. Giải pháp về bảo mật cho hệ thống	63
2.4. Kết luận	67
CHƯƠNG 3: ỨNG DỤNG BỘ CÔNG CỤ OPC UA CLIENT-SERVER SDK VÀO BÀI TOÁN GIÁM SÁT VÀ ĐIỀU KHIỂN.....	69
3.1. Bài toán 1: Ứng dụng bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK trong hệ thống quan trắc môi trường.....	69
3.1.1. Ứng dụng cho hệ thống quan trắc môi trường.....	70
3.1.2. Kết quả thực nghiệm.....	74
3.2. Bài toán 2: Ứng dụng bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK cho hệ thống giám sát và điều khiển hệ thống điều hòa.....	76
3.2.1. Modbus.....	76
3.2.2. Hệ thống giám sát & điều khiển điều hòa nhiệt độ ứng dụng bộ công cụ OPC UA Client-Server SDK kết nối giao thức Modbus	78
3.3. Kết luận	84