

## XÂY DỰNG PHẦN MỀM ĐIỀU KHIỂN NHÀ KÍNH TỰ ĐỘNG

**Đào Xuân Quy, Bùi Khắc Sơn**

*Trường Đại học Quảng Bình*

**Trần Tiến Đạt**

*Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng*

**Tóm tắt.** Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế và xây dựng phần mềm hệ thống tự động giám sát và điều khiển môi trường nhà kính (MTNK) (gồm nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng) dựa trên lập trình ngôn ngữ C. Qua đó, xây dựng mô hình nhà kính tự động (NKTĐ) giúp tạo ra môi trường sinh thái theo ý muốn thuận lợi nhất có thể giúp cây trồng sinh trưởng phát triển, kiểm soát MTKN thông qua hệ thống cảm biến (HTCB), điều khiển MTKN thông qua hệ thống cơ cấu chấp hành (HTCCCH) và phần mềm quản lý trên điện thoại thông minh (ĐTTM).

**Từ khóa:** nhà kính, DHT11, BH1750, STM32

### 1. GIỚI THIỆU

Mục tiêu của nông nghiệp công nghệ cao (NNCNC) là áp dụng tiến bộ khoa học vào nông nghiệp để tạo ra các sản phẩm có năng suất, chất lượng và có khả năng tự phòng chống dịch bệnh. Để thực hiện được điều này, ngoài áp dụng công nghệ sinh học nhằm tạo ra giống cây trồng, vật nuôi tốt, thì việc kiểm soát môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, nồng độ CO<sub>2</sub>, nồng độ chất dinh dưỡng,... rất quan trọng. Thực tế, môi trường ổn định phù hợp sẽ giúp cây trồng, vật nuôi phát triển tốt [1], [2]. Hơn thế nữa, việc giám sát và điều khiển được môi trường sẽ giúp chúng ta phát triển các giống cây trồng, vật nuôi tại những nơi điều kiện tự nhiên không cho phép. Bằng cách sử dụng NKTĐ, chúng ta có thể tiết kiệm nhân lực, tăng độ chính xác trong giám sát và điều khiển môi trường. Đặc biệt có thể giám sát và điều khiển 24/7 [3], [4], [5]. Vì vậy, xu hướng phát triển của NNCNC là sử dụng các NKTĐ giúp giám sát và điều khiển môi trường sống của cây trồng, vật nuôi.

NKTĐ là một trong những thành tựu quan trọng của NNCNC. Trong đó, NKTĐ có khả năng: tạo lập một môi trường sinh thái theo ý muốn thuận lợi nhất có thể cho cây trồng sinh trưởng phát triển; thực hiện công nghệ thâm canh cao; tối thiểu hoá thậm chí có thể loại trừ các yếu tố ngoại cảnh bất lợi khỏi quá trình sản xuất; sản xuất ra loại sản phẩm mà thiên nhiên không ưu đãi (trái vụ), thậm chí không sản xuất được ngoài môi trường tự nhiên; tối đa hoá năng suất chất lượng sản phẩm và hiệu quả sản xuất; tối thiểu hoá các khoản chi phí sản xuất và đặc biệt là tiết kiệm nước. Hơn nữa, tất cả được điều khiển hoàn toàn tự động bằng cách áp dụng khoa học kỹ thuật vào quy trình sản xuất [6]. Việc sử dụng NKTĐ giúp tiết kiệm nhân lực, tăng độ chính xác trong giám sát và điều khiển môi trường. Đặc biệt, sử dụng ĐTTM để điều khiển thiết bị nhà kính giúp thuận tiện hơn trong việc kiểm soát, tiết kiệm thời gian, nhân lực trong việc điều khiển các thiết bị một cách chủ động và ở một khoảng cách xa [7], [8], [9]. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tập trung xây dựng hệ thống phần mềm quản lý môi trường nhà kính tự động trên ngôn ngữ C.

## 2. NHÀ KÍNH TỰ ĐỘNG

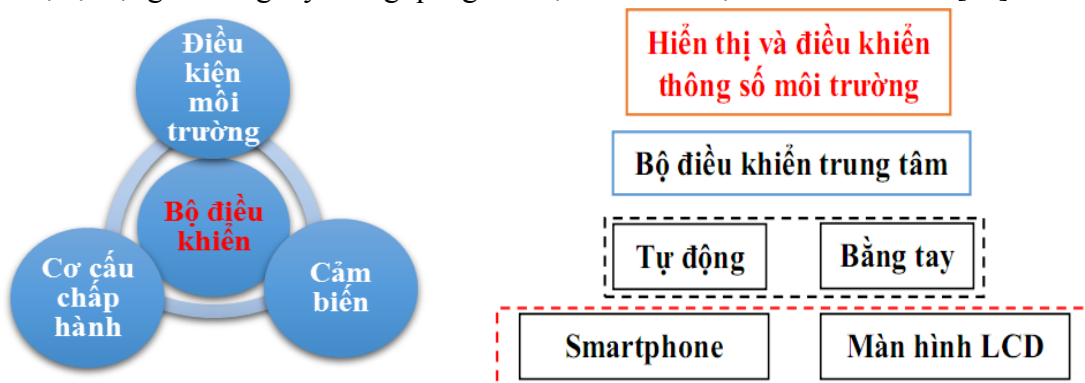
NKTD là mô hình nhà kính áp dụng những công nghệ mới, tiên tiến vào sản xuất (Hình 1), bao gồm: công nghiệp hóa nông nghiệp, tự động hóa, công nghệ thông tin, công nghệ vật liệu mới, công nghệ sinh học và các giống cây trồng, giống vật nuôi có năng suất và chất lượng cao, đạt hiệu quả kinh tế cao trên một đơn vị diện tích và phát triển bền vững trên cơ sở canh tác hữu cơ.



**Hình 1.** Nông nghiệp công nghệ cao.

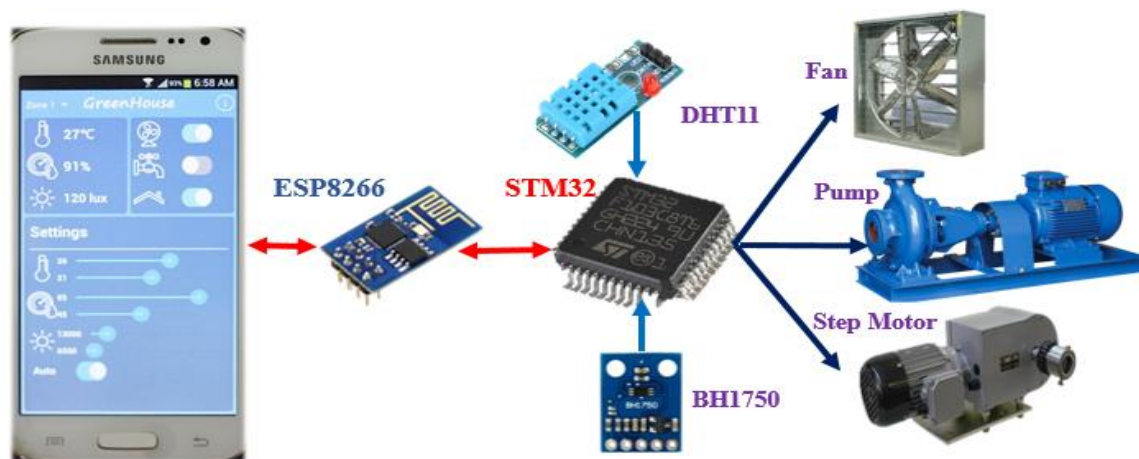
Cấu tạo NKTD gồm hệ thống khung nhà kính, HTCCCH, HTCB và mạch điều khiển trung tâm. Trong đó, HTCCCH bao gồm hệ thống bơm tưới (cung cấp nước cho cây trồng), hệ thống quạt thông khí (điều khiển nhiệt độ và độ ẩm), hệ thống mái che (điều khiển cường độ ánh sáng); HTCB gồm cảm biến DHT11 (đo nhiệt độ và độ ẩm) và BH1750 (đo ánh sáng).

Hệ thống hoạt động theo nguyên lý (Hình 2): Cảm biến cập nhật thông số môi trường (TSMT) thời gian thực; thông tin về TSMT sẽ được gửi đến bộ điều khiển trung tâm; dựa trên ràng buộc giữa TSMT và HTCCCH, bộ điều khiển trung tâm sẽ tác động lên cơ cấu chấp hành nhằm ổn định lại TSMT theo cài đặt. Hệ thống có thể hoạt động ở chế độ tự động và bằng tay thông qua giao diện ĐTTM hoặc màn hình LCD [11].



**Hình 2.** Nguyên lý hoạt động của NKTD.

Cấu tạo của hệ thống được minh họa theo sơ đồ (Hình 3): HTCB cập nhật TSMT, TSMT được gửi đến bộ vi điều khiển, dựa trên TSMT vi điều khiển tác động lên HTCCCH.



**Hình 3.** Sơ đồ hoạt động của hệ thống.

### 3. PHẦN MỀM CHO HỆ THỐNG CẢM BIẾN VÀ CƠ CẤU CHẤP HÀNH

#### 3.1. Hệ thống cảm biến

HTCB: gồm nhiều bộ cảm biến để đo nhiệt độ, độ ẩm và cường độ ánh sáng. Trong đó, một bộ cảm biến gồm: cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11; cảm biến ánh sáng BH1750. HTCB có nhiệm vụ tự động cập nhật TSMT theo thời gian thực và gửi đến bộ điều khiển trung tâm.

DHT11 là cảm biến có giá thành thấp rất thích hợp cho những ứng dụng thu thập dữ liệu cơ bản [12]. Cảm biến DHT11 có 02 thành phần (Hình 4), một cảm biến độ ẩm điện dung và một điện trở nhiệt, đo độ ẩm 20%-95%, nhiệt độ 0-50°C, sai số độ ẩm  $\pm 5\%$ , sai số nhiệt độ  $\pm 2^\circ\text{C}$ .



*// Chương trình giám sát nhiệt độ và độ ẩm*

```
void GetDHT11Value(){
    ret_val = DHT11ReadSensor();
    humidityValue = OneWireDataBuffer[0] & 0x7F;
    tempValue = OneWireDataBuffer[2] & 0x7F;}

uint8_t GetHumidityValue(){
    return humidityValue; } // trả giá trị độ ẩm

uint8_t GetTempValue(){
    return tempValue; } // trả giá trị nhiệt độ
```

**Hình 4.** Module cảm biến DHT11.

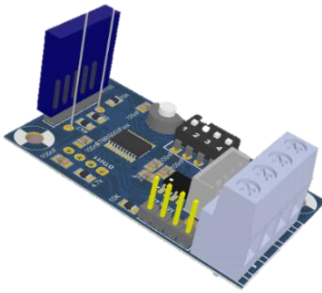
BH1750 là một cảm biến ánh sáng kỹ thuật số [13], gồm một linh kiện điện tử IC cảm biến ánh sáng cho giao tiếp I2C (Hình 5). IC này là thích hợp nhất để nhận diện các dữ liệu ánh sáng xung quanh cho việc điều chỉnh màn hình LCD và bàn phím đèn nền sức mạnh của điện thoại di động. Nó có thể phát hiện ở nhiều độ phân giải cao (1-65535 lx).



```
// Chương trình giám sát cường độ ánh sáng
uint16_t BH1750ReadLightLevel() {
    uint16_t ret_val;
    uint16_t light_level = 0;
    I2C_SendData(BH1750_CONTINUOUS_HIGH_RES_MODE);
    light_level = I2C_ReceiveData();
    light_level = light_level << 8;
    ret_val = light_level / 12 * 10;
    return ret_val; } // trả giá trị cường độ ánh sáng
```

**Hình 5.** Module cảm biến BHT1750.

HTCB có nhiệm vụ cập nhật TSMT theo thời gian thực và gửi đến bộ điều khiển trung tâm. Sơ đồ mạch cho HTCB: DHT11 và BH1750 được trình bày trong Hình 6 bao gồm chân kết nối đến module DHT11, module BH1750, linh kiện MAX485 và STM85.



```
// Chương trình giám sát thông số môi trường
void ReadSensorValue(){
    GetDHT11Value();
    g_Temperature = GetTempValue();
    g_Humidity = GetHumidityValue();
    g_Lux = BH1750ReadLightLevel();}
void RS485_SendDataToMain(uint8_t _temp,uint8_t _humidity,
    uint16_t _lux){
    RS485_SendByte(_temp); // gửi nhiệt độ đến mạch chính
    RS485_SendByte(_humidity); // gửi độ ẩm đến mạch chính
    RS485_SendByte((_lux >> 8)&0xFF); // gửi ánh sáng đến mạch chính
```

**Hình 6.** Thành phần và bộ chỉ linh kiện của bộ cảm biến.

### 3.2. Hệ thống cơ cấu chấp hành

HTCCCH gồm bơm tưới, quạt thông khí và mái che. Hệ thống quạt thông khí gồm có 4 quạt thông khí. Hệ thống mái che gồm 2 mái che, mỗi mái che gồm một motor và một công tắc hành trình. HTCCCH được lập trình theo hai trạng thái: bật và tắt thiết bị. Mạch điện chính sẽ tác động lên thiết bị theo trạng thái lập trình.

**// Chương trình điều khiển bơm tưới**

```
uint8_t PumpState;
void PUMPOn(){
    PumpState = PUMP_ON; }
void PUMPOff(){
    PumpState = PUMP_OFF; }
uint8_t GetPumpState(){
    return PumpState; }
```

**// Chương trình đóng mái che**

```
void CloseHovel(uint8_t _zoneIndex){
    if (HovelState[STEP_MOTOR] == HOVEL_OPEN){
        HovelState[STEP_MOTOR] = HOVEL_CLOSE;
        StepMotorSetDir(STEP_MOTOR, BACKWARD);
        StepMotorSetStep(STEP_MOTOR, 5000); }
```

**// Chương trình điều khiển quạt thông khí**

```
uint8_t FanState;
void FANOff(uint8_t _fanIndex){
    FanState[_fanIndex] = FAN_OFF; }
void FANOn(uint8_t _fanIndex){
    FanState[_fanIndex] = FAN_ON; }
uint8_t GetFanState(uint8_t _fanIndex){
    return FanState[_fanIndex]; }
```

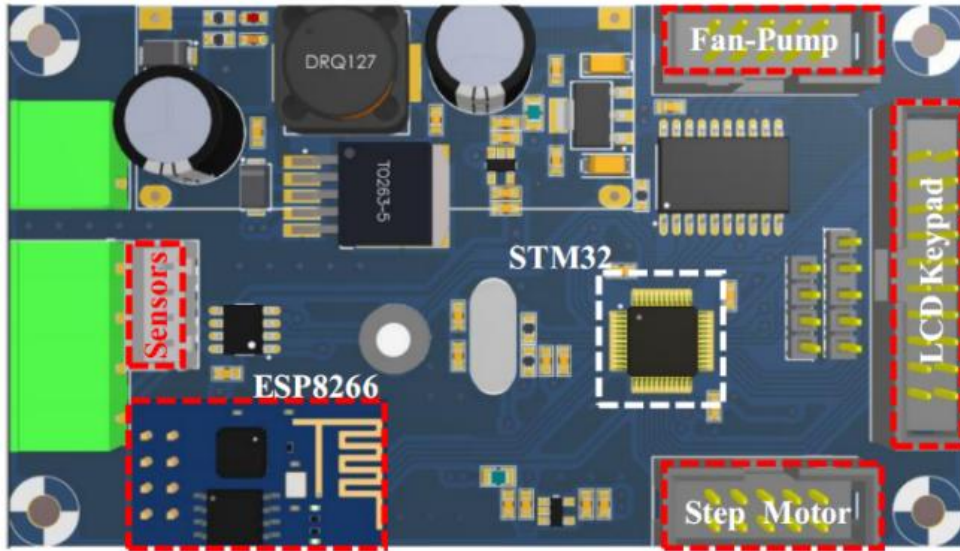
**// Chương trình mở mái che**

```
void OpenHovel(uint8_t _zoneIndex){
    if (HovelState[STEP_MOTOR] ==
        HOVEL_CLOSE){
        HovelState[STEP_MOTOR] = HOVEL_OPEN;
        StepMotorSetDir(STEP_MOTOR, FORWARD);
        StepMotorSetStep(STEP_MOTOR, 5000); }
```

#### 4. PHẦN MỀM CHO MẠCH ĐIỆN CHÍNH VÀ TRÊN ĐIỆN THOẠI

##### 4.1. Mạch điện chính

Mạch điện chính (Hình 7): gồm các linh kiện điện tử và cổng kết nối với HTCB, HTCCCH, màn hình LCD-keypad và module truyền\nhận wifi ESP8266. Mạch điện chính có nhiệm vụ nhận thông tin từ HTCB, xử lý thông tin và đưa ra quyết định tác động vào HTCCCH.

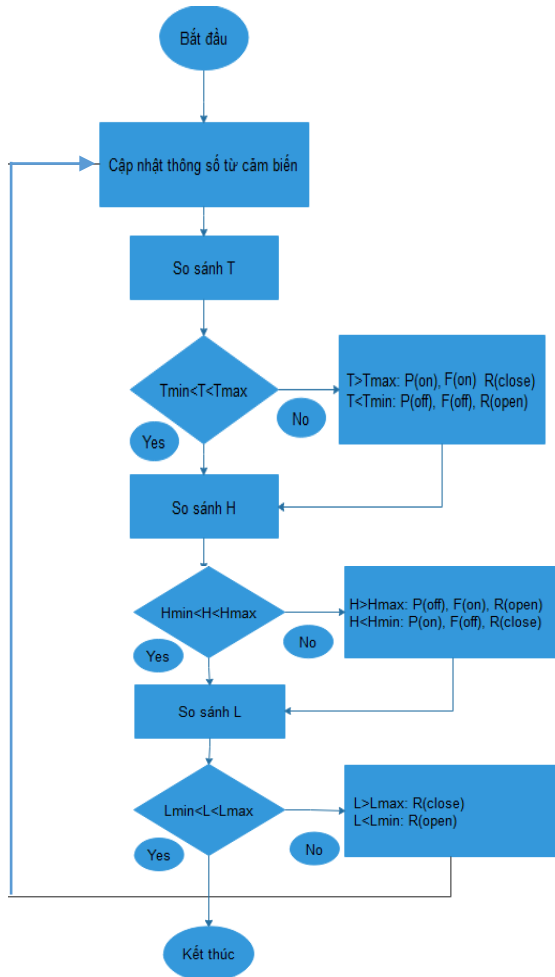


**Hình 7.** Mạch điện chính.

Bộ điều khiển trung tâm với lõi là vi điều khiển STM32 có nhiệm vụ nhận thông tin từ HTCB, hiển thị trên giao diện ĐTTM hoặc màn hình LCD; nhận lệnh từ nút bấm (điều khiển thông qua màn hình LCD) hoặc từ module truyền\nhận ESP8266 (điều khiển thông qua ĐTTM) để tác động lên HTCCCH. Bộ điều khiển trung tâm điều khiển HTCCCH theo hai chế độ: tự động và bằng tay.

NKTD hoạt động theo chế độ tự động được lập trình sẵn theo sơ đồ điều khiển trong Hình 8. Đây là một trong những giả thuật điều khiển độc lập, cơ bản nhất. Khi ở chế độ chạy tự động, hệ thống sẽ tuân theo một bộ quy tắc ràng buộc giữa điều kiện môi trường và trạng thái các thiết bị. Các điều kiện môi trường sẽ được xếp độ ưu tiên giảm dần theo thứ tự sau: **nhệt độ > độ ẩm>ánh sáng** (tức là độ ưu tiên xử lý theo điều kiện nhiệt độ sẽ lớn hơn theo điều kiện độ ẩm) [14].



**// Chương trình điều khiển tự động**

```

void ApplicationAutoMode(uint8_t sensor_node){
    uint8_t TempValue; // nhiệt độ
    uint8_t HumiValue; // độ ẩm
    uint8_t BrightValue; // ánh sáng
    TempValue = GetTempValue(sensor_node);
    HumiValue = GetHumiValue(sensor_node);
    BrightValue = GetBrightValue(sensor_node);
  
```

```

  if (GetSystemMode(sensor_node)
    ==mode_auto){
  
```

```

    if (TempValue > UBBrightValue(sensor_node)){
        PUMPOn();
        FANOn(sensor_node);
        CloseHovel(sensor_node);}
  
```

```

    else if (TempValue <
      AVTempValue(sensor_node)){
        PUMPOff();
        FANOff(sensor_node);
        OpenHovel(sensor_node);}
  
```

```

    if (HumiValue > UBHumiValue(sensor_node)){
        PUMPOff();
        FANOn(sensor_node);
        OpenHovel(sensor_node);}
  
```

```

    else if (HumiValue <
      AVHumiValue(sensor_node)){
        PUMPOn();
        FANOff(sensor_node);
        CloseHovel(sensor_node);}
  
```

```

    if (BrightValue > UBBrightValue(sensor_node)){
        CloseHovel(sensor_node);}
    else if (BrightValue
      < AVBrightValue(sensor_node)){
        OpenHovel(sensor_node);}
  
```

```

    };
  
```

```

};
  
```

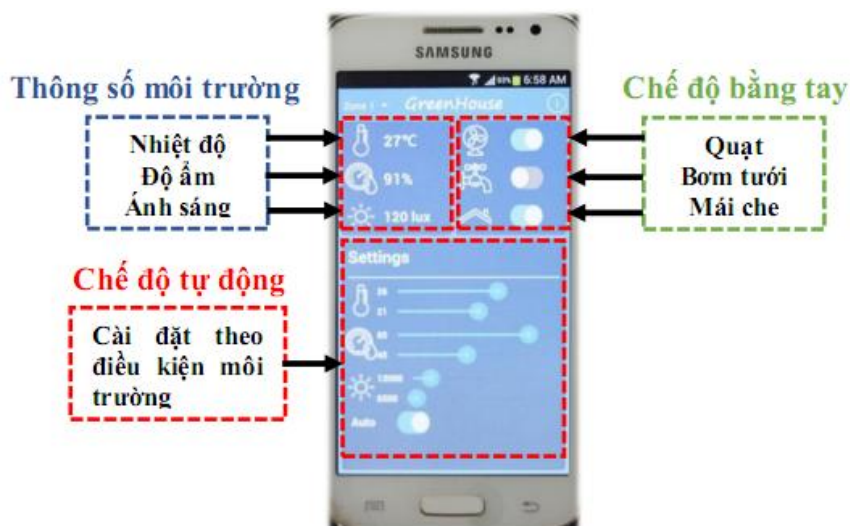
**Hình 8.** Sơ đồ điều khiển, T: nhiệt độ, H: độ ẩm, L: ánh sáng,

P: bơm tưới, F: quạt thông khí, R: mái che.

#### 4.2. Phần mềm điều khiển trên điện thoại

Ứng dụng trên ĐTTM có nhiệm vụ: kết nối với wifi adhoc của hệ thống thông qua module truyền/nhận wifi ESP8266 [15]; hiển thị các TSMT và cập nhật những điều chỉnh cài đặt của người dùng để gửi tới bộ điều khiển trung tâm. Qua đó, bộ điều khiển trung tâm sẽ nhận lệnh được gửi từ ĐTTM, xử lý và điều khiển HTCCCH [16].

Giao diện trên ĐTTM (Hình 9) cho phép người dùng hiển thị TSMT thời gian thực và trạng thái HTCCCH. Thông qua ĐTTM, người dùng có thể sử dụng cả chế độ tự động và chế độ bằng tay. Ở chế độ tự động, người dùng có thể cài đặt cận trên (biên trên) và cận dưới (biên dưới) cho các TSMT phù hợp với điều kiện sử dụng.



Hình 9. Giao diện trên ĐTTM.

## 5. KẾT LUẬN

Mô hình NKTĐ ứng dụng công nghệ thông tin, kỹ thuật điện-điện tử vào kỹ thuật NNCNC giúp người dân có thể tự động giám sát và điều khiển TSMT của NKTĐ 24/7 thông qua vi điều khiển STM32 với giao diện màn hình LCD hoặc ĐTTM. Trong đó, TSMT: nhiệt độ, độ ẩm và ánh sáng được tự động giám sát thông qua module cảm biến DHT11 và BH1750. Dựa trên mối quan hệ giữa TSMT và HTCCCH được lập trình sẵn, vi điều khiển tác động vào HTCCCH tự động điều chỉnh TSMT. Chúng tôi đã xây dựng hệ thống quản lý môi trường NKTĐ với giá thành thấp nhưng hiệu suất cao phù hợp với sản xuất nông nghiệp. NKTĐ có khả năng tạo môi trường giả lập, giúp người dân có thể chủ động trồng các loại cây mà điều kiện tự nhiên không cho phép, đồng thời giúp cây trồng tăng năng suất, nâng cao chất lượng sản phẩm. Hơn nữa, chúng tôi xây dựng phần mềm trên ĐTTM tự động giám sát và điều khiển TSMT thời gian thực của NKTĐ thông qua module truyền/nhận wifi ESP8266. Phần mềm trên ĐTTM giúp người nông dân có thể giám sát và điều khiển môi trường nhà kính chính xác, tự động, 24h/7 và ở một khoảng cách xa thông qua kết nối Internet\Wifi. Từ đó, giảm nhân công và giá thành, tăng năng suất và chất lượng của cây trồng và điều khiển các thiết bị ở một khoảng cách xa. So với những mô hình trước đó, phần mềm hiển thị trên ĐTTM một cách trực quan: cập nhật TSMT và trạng thái HTCCCH theo thời gian thực; tự động giám sát và điều khiển TSMT thông qua phần mềm.

Trong tương lai, chúng tôi tiếp tục phát triển hệ thống theo hướng: HTCB và HTCCCH kết nối với mạch điện chính thông qua wifi. HTCB được cập nhật thêm thông số  $CO_2$ , độ ẩm của đất, độ pH... và HTCCCH được thiết kế thêm hệ thống chiếu sáng, tưới, cung cấp chất dinh dưỡng. Phần cứng của mạch điện chính và phần mềm sẽ được phát triển thêm một cách tối ưu và nhiều chức năng hơn. Tiếp theo, ĐTTM kết nối với mạch điện chính thông qua Internet/3G để có thể mở rộng trên không gian rộng lớn, có thể phát triển thành mạng cảm biến không dây ở những vùng mà kết nối dây dẫn khó

khẩn trọng việc triển khai. Hơn nữa, mở rộng phần mềm trên ĐTTM để có thể ứng dụng vào mô hình nhà kính, trang trại chăn nuôi, hồ nuôi trồng thủy sản, nhà thông minh...

**LỜI CẢM ƠN:** Nghiên cứu được tài trợ kinh phí bởi Trường Đại học Quảng Bình thông qua đề tài nghiên cứu khoa học cấp cơ sở, mã số: CS.12.2016.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Kumar, A. Singh, I. Singh and S. Sud (2010), "Prototype greenhouse environment monitoring system", in *International Multiconference of Engineers and Computer Scientists*.
- [2] T. Ahonen, R. Virrankoski and M. Elmusrati (2008), "Greenhouse monitoring with wireless sensor network", in *Mechtronic and Embedded Systems and Applications*.
- [3] S. Hur, K. Han, S. Jeon, Y. Jang, S. Kang, S. Chung, H. Kim and K. Lee (2011), "Application of smartphone and wi-fi communication for remote monitoring and control of protected crop production environment", *Journal of Agricultural Science*, vol. 38, no. 4, pp. 753-759.
- [4] V. L. Nguyen and T. D. Ngo (2011), "Design and manufacture signal processing modules to measure temperature, relative humidity and light intensity for the control systems in a vegetable net house", *Journal of Sci. & Devel.*, vol. 9, pp. 120-130.
- [5] T. D. Ngo and T. H. Nguyen (2013), "Design and manufacturing of automated greenhouse misting control system for vegetables during nursery stage", *Journal of Sci. & Devel.*, vol. 11, no. 3, pp. 397-410.
- [6] A. Hanggoro, M. Putra, R. Reynaldo and R. Sari (2013), "Green house monitoring and controlling using Android mobile application", in *Quality in Research*.
- [7] Y. Dhumal and J. Chitode (2013), "Green House Automation using Zigbee and Smart Phone", *Advanced Research in Computer Science and Software Engineering Research*, vol. 3, no. 5.
- [8] N. Wang, N. Zhang and M. Wang (2006), "Wireless sensors in agriculture and food industry—Recent development and future perspective", *Computers and electronics in agriculture*, vol. 50, pp. 1-14.
- [9] D.-H. Park, B.-J. Kang, K.-R. Cho, C.-S. Shin, S.-E. Cho, J.-W. Park and W.-M. Yang (2011), "A study on greenhouse automatic control system based on wireless sensor network", *Wireless Personal Communications*, vol. 56, no. 1, pp. 117-130.
- [10] Đ. X. Quy, L. N. Phong, L. V. Hùng and T. N. Thịnh (2016), "Giám sát và điều khiển môi trường nhà kính bằng điện thoại thông minh", tại *Hội thảo Giảng viên với nghiên cứu khoa học*, Trường Đại học Quảng Bình, 2016.
- [11] Đ. X. Quy, P. X. Toàn, T. T. Đạt, N. T. Hải, N. D. X. Bách and V. T. Cường (2016), "Management of greenhouse environment by smartphone", in *Poster tại Hội thảo Quốc tế RUNSUD lần 3*, Đại học Đà Nẵng, 2016, 2016.
- [12] DHT11, "DHT11 digital temperature and humidity sensor", Technical note, Aosong Electronics Co., Ltd..
- [13] BH1750 (2011), "BH1750 Digital 16 bit serial output type ambient light sensor IC", Technical note, ROHM Semiconductor.



- [14] Đ. X. Quy, P. X. Toàn, T. T. Đạt, N. T. Hải, N. D. X. Bách and V. T. Cường (2016), “Quản lý môi trường nhà kính bằng điện thoại thông minh”, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, vol. 5, no. 102, pp. 81-85.
- [15] ESP8266 (2015), “ESP8266 datasheet”, Espressif Systems.
- [16] Đ. X. Quy, T. T. Đạt and P. T. A. Quang (2016), “Điện thoại thông minh tự động giám sát và điều khiển môi trường nhà kính thông qua module truyền nhận wifi ESP8266 và vi điều khiển STM32”, Tạp chí Thông tin khoa học và Công nghệ Quảng Bình, vol. 2, pp. 44-48.

## **DESIGN OF GREENHOUSE MONITORING AND CONTROL SOFTWARE**

**Abstract.** *This paper focuses on the research, design and build a software in order to monitoring and controlling the greenhouse environment based on C language. We construct a greenhouse automation model which monitors the greenhouse environment via temperature and humidity sensor (DHT11), light sensor (BH1750) and controls the greenhouse environment by pump, fan and roof greenhouse. This model can run automatic or manual manner by LCD screen or smartphone software.*

**Keyword:** *monitor, control, DHT11, BH1750, STM32.*