

SISTEM AUTONOM PENTRU CREȘTEREA PLANTELOR ÎN CONDIȚII DE MICROCLIMAT

Andrei MIRON, Dragoș STROIA, Dan SURDU,
Dimitri BORDIAN, Dimitri CALUGARI

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: În lucrarea de față sunt prezentate rezultatele proiectării unui sistem autonom destinat pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat (extremale). Modelarea și monitorizarea condițiilor de microclimat prevede crearea și menținerea parametrilor climatici de condiții extreme de creștere și evoluție a plantelor. Rezultatele proiectării include dezvoltarea: modelului matematic de evoluție a sistemului, schema de structură, schema funcțională a blocului de comandă și algoritmul de funcționare al sistemului.

Cuvinte cheie: Sistem autonom, microclimat, model matematic, creșterea plantelor, monitorizare on-line, Intel Galileo Gen 2, SEED GROVE kit, Arduino UNO, braț robotic.

Introducere

Amplasarea geografică și situația geopolitică a R. Moldova necesită implementarea urgentă a unei strategii de dezvoltare durabilă a tehnologiilor informaționale și comunităților din zona rurală conform strategiilor europene și mondiale [1]. Este evident faptul că ființele umane se gândesc la PC, tabletă, Facebook și alte rezultate ale dezvoltării tehnologice numai în cazul când vizitând un supermarket își pot satisface toate dorințele de a procura produsele alimentare necesare. Cea mai mare problema a omenirii, astăzi, poate fi considerată, asigurarea cu produse alimentare de calitate și accesul la acestea [2,3].

Dezvoltarea tehnologică oferă o mulțime de metode și tehnici de sporire a cantității și calității produselor alimentare, însă, sunt necesare și noi cercetări în acest domeniu care să avanseze evoluția climaterică pe Pământ [4].

În lucrarea de față se propune dezvoltarea unui sistem autonom destinat pentru creșterea și analiza evoluției plantelor în condiții de microclimat. Crearea condițiilor de microclimat prevede generarea de situații extreme sau speciale pentru evoluția plantelor prin inducerea de compuși chimici în sol și aer, monitorizarea în timp real a concentrației acestor compuși, și influența acestora asupra procesului de dezvoltare a plantelor.

1. Modelul matematic de creare a condițiilor de microclimat pentru creșterea plantelor

Sistemul autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat prezintă un proces tehnologic complex care impune controlul mai multor parametri de stare prin monitorizarea acestora și intervenția cu fenomene fizice și chimice.

Modelul matematic pentru crearea condițiilor de microclimat de creștere a plantelor este definit în baza expresiei (1) [5]:

$$\mathbf{y}(t + \Delta t) = \mathbf{A} \{ \mathbf{u}(t) + \mathbf{B}\mathbf{y}(t); \mathbf{F}[\boldsymbol{\xi}(\tau), \boldsymbol{\eta}(\tau)] \} \quad (1)$$

unde: $\mathbf{y} = \{y_1, y_2, \dots, y_N\}$ - parametri de stare a procesului tehnologic controlat și de intrare în sistemul de control; t - timpul curent de control; Δt - timpul de reacție a procesului tehnologic la intervenția sistemului de control cu fenomene fizice și chimice; \mathbf{A} - operator de control (un sistem de ecuații diferențiale care determină evoluția procesului în timp); $\mathbf{u}(t) = \{u_1(t), u_2(t), \dots, u_N(t)\}$ - parametri de acțiune asupra procesului tehnologic pentru controlul parametrilor de stare \mathbf{y} ; \mathbf{B} și \mathbf{F} - operatori ai parametrilor controlabili și non-controlabili care acționează asupra procesului tehnologic; $\boldsymbol{\xi}(\tau) = \{\xi_1(\tau), \xi_2(\tau), \dots, \xi_N(\tau)\}$ - parametri controlabili (temperatură, masa, volum, etc.); $\boldsymbol{\eta}(\tau) = \{\eta_1(\tau), \eta_2(\tau), \dots, \eta_N(\tau)\}$ - parametri non-controlabili (calitatea, concentrația, etc.).

În modelul matematic (1) sunt definite intervalele de timp (2) care determină comportarea procesului:

$$t_0 \leq t \leq t_0 + T; \quad t \leq \tau \leq t + \Delta t, \quad (2)$$

unde: t_0 - începutul procesului de control; T - durata timpului de control.

Starea obiectului la începutul procesului de control poate fi considerată (3):

$$y(t_0) = y_0 \quad (3)$$

2. Structura sistemului autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat

Structura sistemului autonom destinat pentru creșterea și analiza evoluției plantelor în condiții de microclimat cu monitorizare on-line este prezentată în Figura 1.

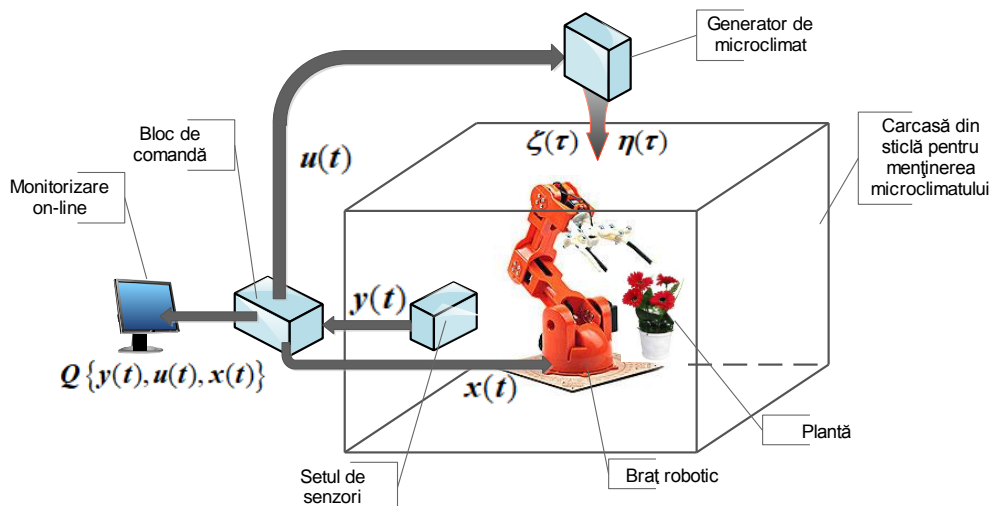


Fig. 1. Structura sistemului autonom.

Structura sistemului este formată din **Blocul de comandă**, cu funcții de achiziție a datelor de stare $y(t)$ de la **Setul de senzori** care sunt amplasați în interiorul **Carcasei din sticlă pentru menținerea microclimatului**, care generează semnalele de acțiune $u(t)$ asupra **Generatorului de microclimat**, care intervine cu fenomene fizice și chimice controlabile $\xi(\tau)$ și non-controlabile $\eta(\tau)$, în procesul de menținere a microclimatului, totodată generează semnalele $x(t)$ pentru comanda cu **Brațul robotic** amplasat în spațiul pentru menținerea microclimatului, și oferă informații $Q\{y(t), u(t), x(t)\}$ pentru monitorizarea on-line a procesului de menținere a microclimatului.

3. Schema funcțională a blocului de comandă

Schema funcțională a blocului de comandă este prezentată în Figura 2.

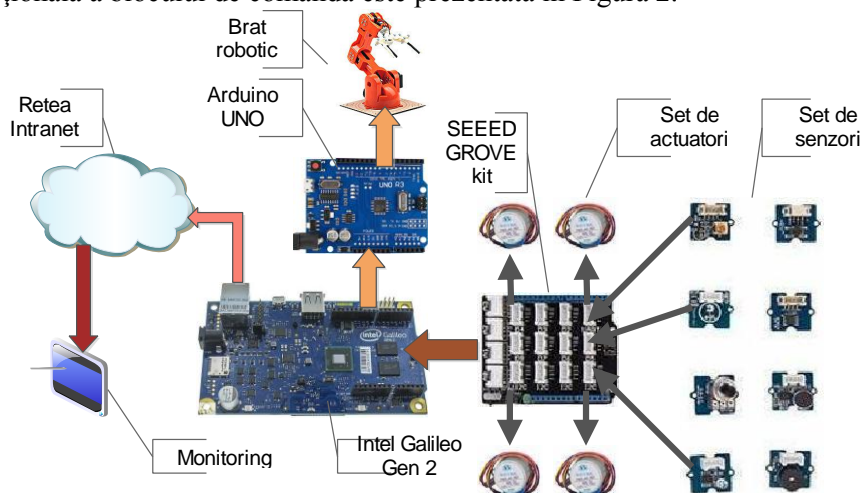


Fig. 2. Schema funcțională a blocului de comandă.

Nucleul blocului de comandă îl constituie modulul **Intel Galileo Gen 2** [6] care asigură funcționalitatea sistemului și pune la dispoziție următoarele resurse: microcontroler – SoC Quark X1000; pini I/O digitali – 14; pini pentru achiziția semnalelor analogice – 6; memorie Flash – 512KB; RAM – 256MB DDR3; SRAM – 512KB; microSD Card Storage - 8MB; EEPROM – 8KB; comunicare – UART, I2C, ICSP, Ethernet (10/100), USBclient, USBhost; ieșiri PWM – 6. Modulul **SEEED GROVE kit** [7]

prezintă un extensor pentru conectarea *Setului de senzori și actuatori*. Manipularea cu *Brațul robotic* [8] este efectuată de modulul *Arduino UNO* [9] care transmite instrucțiunile de la modulul *Intel Galileo Gen 2* la elementele de execuție (*Setul de actuatori* – motoare, relee). Datele de stare a procesului de creare a microclimatului sunt accesate din *Rețeaua Intranet* pentru monitorizarea acestora în timp real.

4. Algoritm de funcționare al sistemului

Algoritm de funcționare al sistemului autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat cu monitorizare on-line este prezentat în Figura 3.

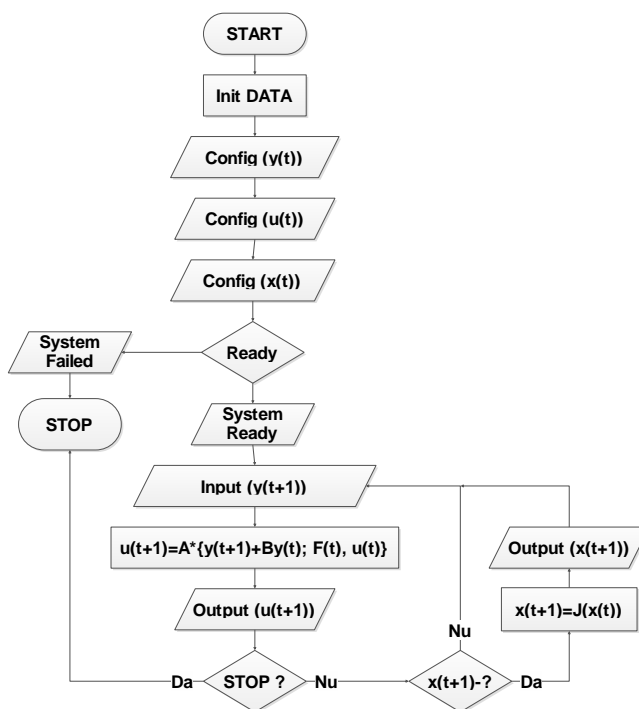


Fig. 3. Algoritm de funcționare al sistemului.

Algoritm de funcționare al sistemului începe cu inițierea datelor și configurarea setului de senzori $y(t)$ pentru identificarea stării procesului controlat, configurarea setului de semnale $u(t)$ de acționare asupra procesului, și configurarea setului de semnale $x(t)$ pentru manipularea cu brațul robotic. Următorul pas prevede verificarea funcțională a sistemului care livrează utilizatorului informația Ready sau Failed.

Procesul de control al microclimatului în spațiul limitat include achiziția datelor de stare $y(t+1)$ a procesului, procesarea acestor date în conformitate cu modelul (3) și acționarea asupra procesului cu semnalele de comandă $u(t+1)$.

$$u(t+1)=A*\{y(t+1), By(t), Fy(t), u(t)\}, \quad (3)$$

unde: $u(t+1)$ - vectorul de acțiune asupra actuatorilor în momentul de timp $t+1$; A^* - operator de control, un sistem de ecuații diferențiale care descriu dinamica sistemului în timp; $y(t+1)$ - vectorul de setare a procesului în momentul de timp $t+1$; $y(t)$ - vectorul de stare a procesului în momentul de timp t ; B, F - operatori de descriere a parametrilor controlabili și non-controlabili; $u(t)$ - vectorul de acțiune asupra actuatorilor în momentul de timp t .

Mențiuni

Sistemul autonom pentru creșterea plantelor în condiții de microclimat cu monitorizare on-line a fost dezvoltat în cadrul Departamentului Informatică și Ingineria Sistemelor. Implementarea proiectului s-a efectuat cu suportul și în baza dispozitivelor oferite de Laboratorul de Sisteme Robotice (DIIS), Centrul de Creativitate Tehnică „Hard and Soft” și ORANGE Cafee din cadrul Facultății Calculatoare, Informatică și Microelectronică a Universității Tehnice a Moldovei.

Bibliografie

1. „Dezvoltarea agrară durabilă: o prioritate sau o necesitate?”. <https://www.timpul.md/articol/dezvoltarea-agrara-durabila-o-prioritate-sau-o-necesitate-23701.html> (Accesat 17.02.2019).
2. „Criza globală a alimentelor”. <https://www.natgeo.ro/dezbateri-globale/omul-si-viata/9039-criza-globala-a-alimentelor>. (Accesat 10.02.2019).
3. „Criza alimentară își arată colții”. <https://stirileprotv.ro/stiri/international/noua-amenintare-a-lumii-criza-alimentara-foamea-declanseaza-razboaie.html> (Accesat 11.02.2019).
4. „Încălzirea globală”. https://ro.wikipedia.org/wiki/%C3%8Enc%C4%83lzirea_global%C4%83 (Accesat 15.02.2019).
5. В.М. Вальков, В.Е. Вершин. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Л.: Политехника, 1991. – 269 с. ISBN: 5-7325-0103-7.
6. <https://software.intel.com/en-us/iot/hardware/galileo/documentation>. (Accesat 21.02.2019).
7. <https://www.iot-store.com.au/products/seeed-grove-starter-kit-for-arduino-genuino-101>. (Accesat 21.02.2019).
8. <https://store.arduino.cc/usa/tinkerkit-braccio>. (Accesat 23.02.2019).
9. <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. (Accesat 23.02.2019).