

Biological BBM system

Sviluppatori

Bici Stella

Brundu Francesco

Miraglia Giuseppe

Coordinatori

Prof. Chessa Stefano

Federico Tonelli

Committente

Dr. Gianni Bedini

Sommario

Sommario	2
Introduzione.....	3
Capitolo 1 Analisi dei requisiti	5
1.1. Requisiti.....	5
1.2. Assunzioni	8
1.3 Casi d'uso	9
Capitolo 2 Architettura Software.....	12
Capitolo 3 Implementazione.....	13
Capitolo 4 Conclusioni	16

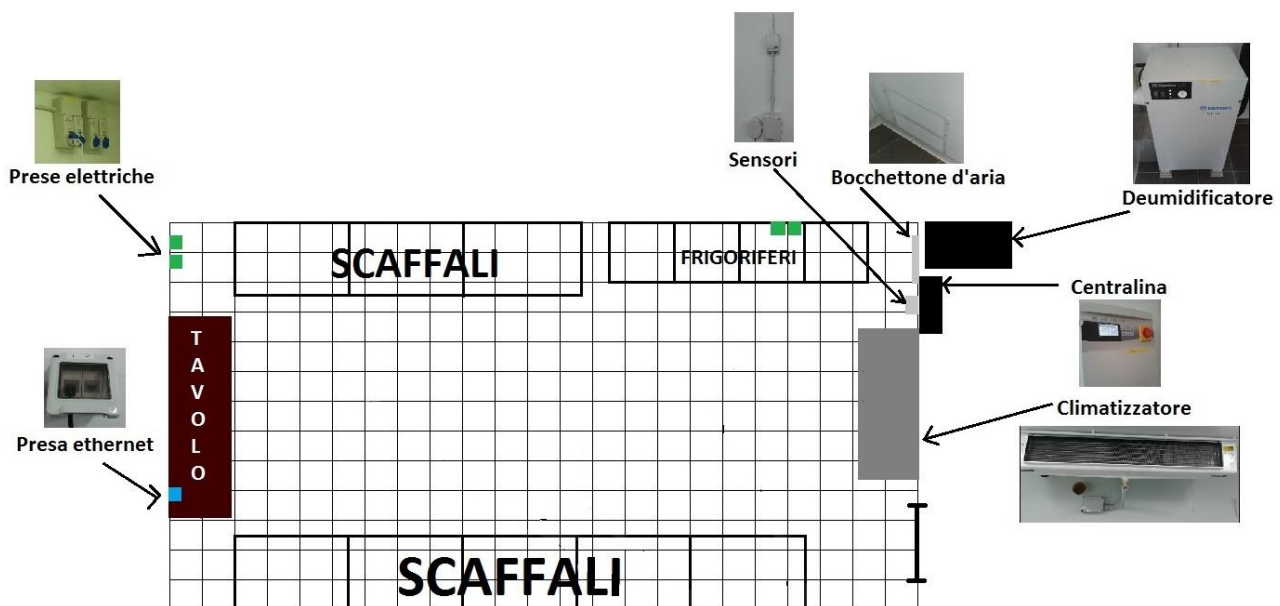
Introduzione

L'obiettivo del progetto consiste nella realizzazione di un sistema di monitoraggio per la temperatura e l'umidità all'interno di una stanza climatizzata e isolata termicamente, situata nell'orto botanico dell'Università di Pisa, al fine di permettere la corretta conservazione di semi.

La stanza è dotata di un sistema di raffreddamento e uno di deumidificazione, i quali sono pilotati da una centralina che, tramite dei sensori di umidità e temperatura situati internamente alla stanza, controlla se vengono superate le soglie minime e massime di temperatura (di 12° e 19° rispettivamente) e di umidità (del 12% e 19% rispettivamente), e in tal caso li attiva.

Il **sistema di raffreddamento** è costituito da un climatizzatore situato su una delle pareti interne alla stanza, il quale contribuisce al raffreddamento tramite un getto unidirezionale d'aria fredda, da cui deriva una distribuzione (da quantificare) della temperatura eterogenea.

Il **sistema di deumidificazione** è realizzato tramite un aspiratore situato internamente alla stanza, il quale preleva l'aria umida e la trasferisce tramite un condotto ad un macchinario posto esternamente, il quale, tramite un processo di deumidificazione, la asciuga per poi immetterla nuovamente all'interno per mezzo di un bocchettone situato sotto il climatizzatore.



Generalmente i semi sono conservati sui ripiani degli scaffali, potrebbe quindi essere interessante osservare la variazione di umidità e di temperatura in posizioni diverse degli scaffali e, più in generale, in varie zone della stanza.

Una possibile soluzione al problema suddetto può essere realizzata tramite l'installazione, internamente alla stanza, di una rete mobile di sensori. I dati rilevati potranno quindi essere mostrati all'utente con un'interfaccia tramite la quale sarà possibile visualizzare e analizzare le variazioni di temperatura e di umidità in base alla posizione dei sensori.

Dall'analisi dei rilevamenti sarà inoltre possibile localizzare le zone più calde della stanza, così da poter intervenire di conseguenza nei seguenti modi:

- spostando adeguatamente i semi;
- spostando i sensori nelle zone d'interesse;
- installando sistemi di raffreddamento o spostamento d'aria (ad esempio ventole ecc.) ausiliari e indipendenti dal sistema preesistente.

Note:

1. numero limitato di risorse.
2. I sensori necessitano di una taratura (la sensibilità dei sensori immessi potrebbe essere differente da quella dei sensori preesistenti).

Capitolo 1 Analisi dei requisiti

1.1. Requisiti

Nome	1.1.1
Tipo	Requisito
Priorità	Must
Descrizione	Il sistema deve essere in grado di rilevare la temperatura.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.2
Tipo	Requisito
Priorità	Must
Descrizione	<p>Il sistema deve essere in grado di verificare che:</p> <ul style="list-style-type: none">• la temperatura media sia di 15°;• la temperatura non superi i 19°. <p>In caso contrario viene inviata una segnalazione.</p>
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.3
Tipo	Requisito
Priorità	Must
Descrizione	Il sistema deve essere in grado di rilevare l'umidità.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.4
Tipo	Requisito
Priorità	Must
Descrizione	<p>Il sistema deve essere in grado di verificare che:</p> <ul style="list-style-type: none"> • l'umidità media sia del 15%; • l'umidità non superi il 17%. <p>In caso contrario viene inviata una segnalazione.</p>
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.5
Tipo	Requisito
Priorità	Must
Descrizione	Il sistema non deve interferire con il sistema preesistente.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.6
Tipo	Requisito
Priorità	Must
Descrizione	<p>Il sistema deve essere in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dare una visualizzazione dei risultati del monitoraggio; • discriminare i valori rilevati dai sensori relativamente all'area monitorata.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.7
Tipo	Requisito
Priorità	Must
Descrizione	Il sistema deve funzionare correttamente internamente all'area d'interesse.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.8
Tipo	Requisito
Priorità	Should
Descrizione	Il sistema e i suoi componenti possono essere rilocati internamente all'area d'interesse.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.9
Tipo	Requisito
Priorità	Should
Descrizione	Il sistema può gestire un numero variabile di sensori per il rilevamento della temperatura e dell'umidità.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

Nome	1.1.10
Tipo	Requisito
Priorità	Could
Descrizione	Il sistema può auto-configurarsi al momento dell'aggiunta/rimozione di sensori dall'area d'interesse.
Motivazioni	Richiesto dal cliente.

1.2. Assunzioni

Nome	1.2.1
Tipo	Assunzione
Descrizione	Il sistema non è ostacolato da eventuali: <ul style="list-style-type: none">• ostacoli o barriere;• materiali usati per isolare l'area d'interesse;• altri sistemi presenti nell'area d'interesse.
Motivazioni	Richiesto dagli sviluppatori

Nome	1.2.2
Tipo	Assunzione
Descrizione	Internamente all'area d'interesse è presente l'alimentazione elettrica.
Motivazioni	Autonomia del Sistema

Nome	1.2.3
Tipo	Assunzione
Descrizione	Internamente all'area d'interesse è presente un collegamento a Internet di tipo Ethernet.
Motivazioni	Autonomia del Sistema

1.3 Casi d'uso

Nome	1.3.1 (Primo avvio)
Attori coinvolti	Installatore del Sistema
Flusso di eventi	<ol style="list-style-type: none">1. L'installatore installa e avvia il sistema.2. Il sistema si auto-configura.3. Il sistema avvia le proprie funzionalità.
Eccezioni	<ol style="list-style-type: none">1. Il sistema non riesce ad avviarsi.<ol style="list-style-type: none">a. L'installatore prova nuovamente ad avviare il sistema.2. Il sistema non riesce ad auto-configurarsi.<ol style="list-style-type: none">a. La procedura di configurazione viene riavviata.3. Il sistema non riesce ad avviare correttamente le proprie funzionalità.<ol style="list-style-type: none">a. La procedura di attivazione delle funzionalità viene riavviata.

Nome	1.3.2 (Aggiunta di un sensore all'area d'interesse)
Attori coinvolti	Utente
Flusso di eventi	<ol style="list-style-type: none">1. L'utente aggiunge un sensore nell'area d'interesse.2. Il sistema si auto-configura integrando il sensore aggiunto.3. Il sistema procede con la sua normale esecuzione.
Eccezioni	<ol style="list-style-type: none">1. Il sistema non riesce ad auto-configurarsi.

	<ul style="list-style-type: none"> a. La procedura di configurazione viene riavviata. b. In caso di ulteriore fallimento, si procede con la configurazione manuale.
--	---

Nome	1.3.3 (Richiesta e Visualizzazione dei dati monitorati dal sistema)
Attori coinvolti	Utente
Flusso di eventi	<ul style="list-style-type: none"> 1. L'utente richiede al sistema la visualizzazione dei dati. 2. Il sistema restituisce i dati all'utente visualizzandoli attraverso l'apposita interfaccia grafica. 3. L'utente visualizza e agisce sui risultati ottenuti.
Eccezioni	<ul style="list-style-type: none"> 1. Il sistema non risponde alla richiesta di visualizzazione dei dati. <ul style="list-style-type: none"> a. L'utente prova nuovamente ad inviare la richiesta. b. Se l'errore persiste, si contattano gli amministratori del sistema.

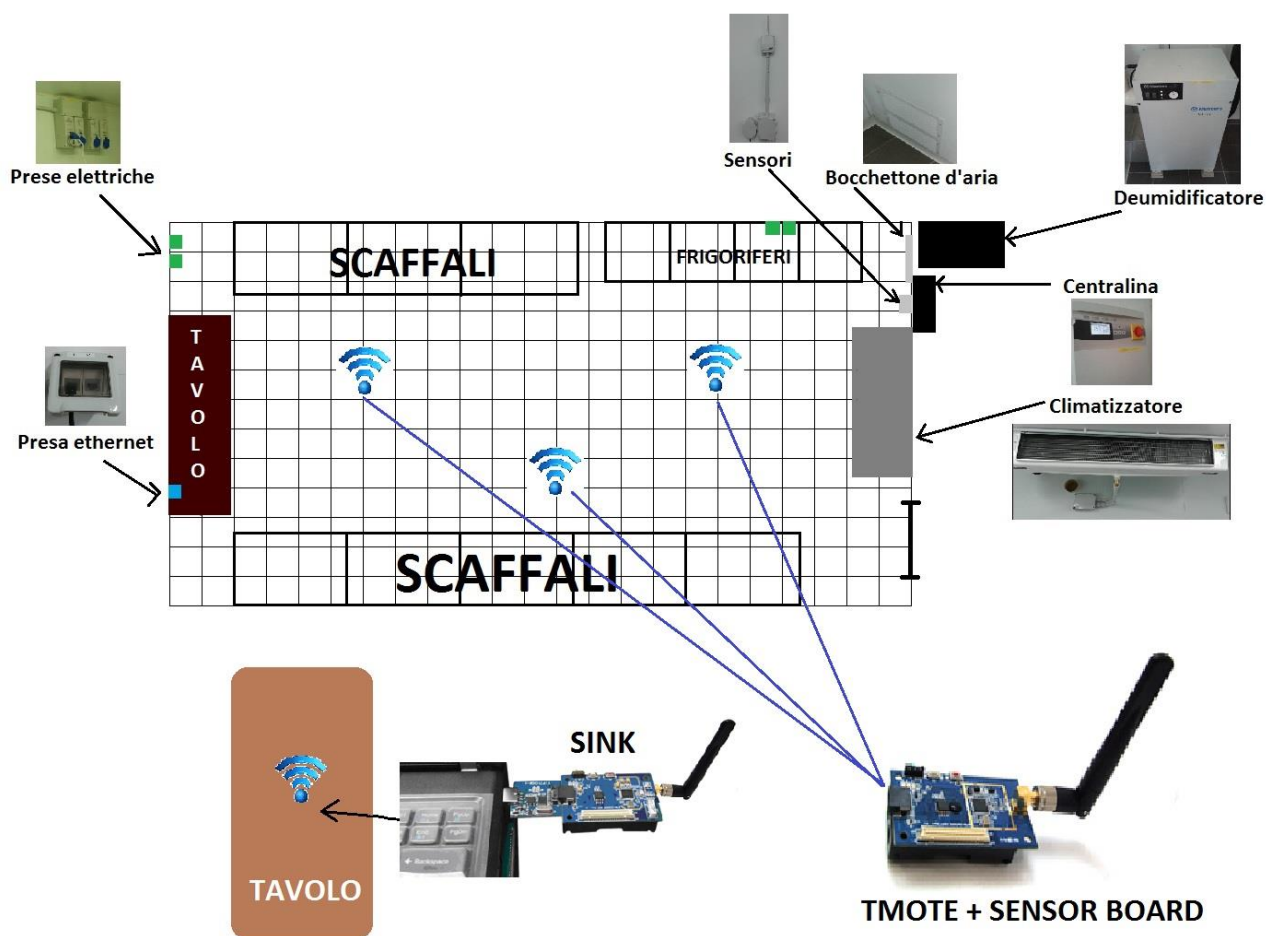
Nome	1.3.4 (Superamento soglie di temperatura e umidità)
Attori coinvolti	Sistema
Flusso di eventi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il sistema rileva un superamento delle soglie di temperature e/o umidità stabilite. 2. Il sistema invia una notifica dell'accaduto all'utente. 3. Il sistema prosegue con la sua normale esecuzione.
Eccezioni	<ol style="list-style-type: none"> 1. Il sistema non riesce a rilevare il superamento della soglia di temperatura e/o umidità. <ol style="list-style-type: none"> a. Il sistema presenta un malfunzionamento: devono essere contattati gli amministratori di sistema. 2. Il sistema non riesce a notificare l'evento all'utente. <ol style="list-style-type: none"> a. Il sistema riprova ad inviare la notifica. b. Se l'errore persiste, devono essere contattati gli amministratori del sistema.

Capitolo 2 Architettura Software

I microcontrollori usati sono Motes di cui uno con funzionalità di Sink. Quest'ultimo è collegato e comunica tramite USB con un PC connesso in rete che ospita un Web Server e un database, tramite il quale è visualizzare i dati da un dispositivo mobile o fisso connettendosi ad esso.

Gli altri microcontrollori dislocati nella stanza sono alimentati a batteria e comunicano con il sink utilizzando lo standard 802.15.4 in modalità punto-punto.

Il Pc riceve i dati dal Sink, li trasmette al Web Server, il quale li immagazzina e genera la pagina di visualizzazione degli stessi per la comunicazione con i diversi Client, gestendo le connessioni tramite il multi-threading.



L'utente può richiedere le informazioni necessarie al monitoraggio attraverso un browser web connettendosi alla pagina generata dal Web Server in esecuzione sul PC.

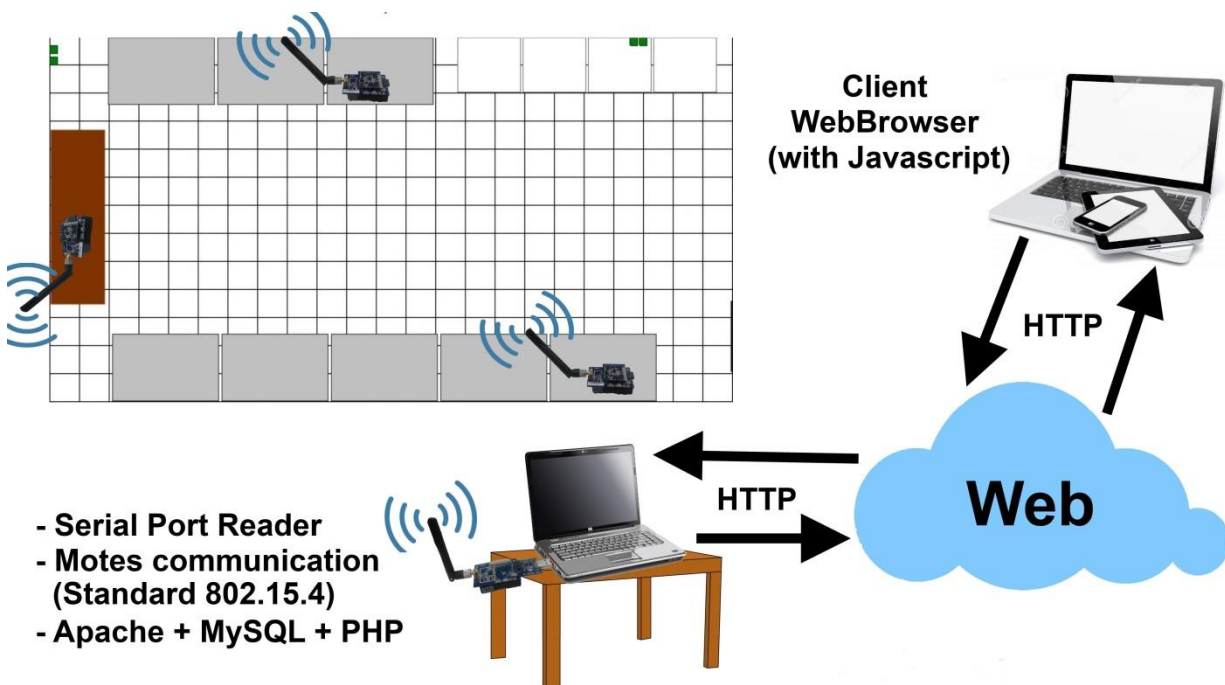
Capitolo 3 Implementazione

Il sistema basato sull'architettura precedentemente illustrata è dislocato su due reti. Le due reti sono collegate tra loro attraverso un laptop che riceve in ingresso i dati forniti dal Sink e fornisce una visualizzazione di questi ultimi tramite una pagina Web.

La prima rete è una rete ad-hoc di sensori contenente tre motes MTM-CM3000 Telos-b dotati ciascuno di una sensor-board MTM-E1000 e alimentati a batteria. Il compito di ciascuno di essi è di rilevare la temperatura/umidità della stanza nella quale è posto e la carica della propria batteria e di trasmetterli ogni 3 minuti via radio ad un'ulteriore mote, il Sink. Quest'ultimo è collegato via USB ad un computer posto esternamente alla stanza ed ha il compito di ricevere i dati inviati dai motes, di elaborarli e di inviarli al Pc al quale è connesso.

La seconda rete con la quale il laptop si interfaccia è il Web, tramite il quale i Client hanno la possibilità di connettersi al Web Server (non per forza coincidente con il laptop) per visualizzare lo stato della stanza e del sistema di controllo di temperatura ed umidità.

Il Web Server utilizzato è Apache, ed è provvisto di database MySQL e di un'interprete PHP.



Il codice eseguito dai Motes è stato scritto nel linguaggio di programmazione per sistemi embedded nesC (**n**etwork **e**mbded **s**ystems **C**) tramite l'IDE Eclipse ed il plugin Yeti2, al fine di creare un'applicazione TinyOS 2.1.2. Il sorgente della suite TinyOS, installato in ambiente Unix/Linux, è disponibile all'indirizzo <http://tinyos.stanford.edu/tinyos/dists/ubuntu>.

La comunicazione senza fili tra i vari Motes avviene secondo lo standard 802.15.4 ZigBee, supportata da potenti antenne per la trasmissione radio situate su ciascuno di questi.

I pacchetti dati inviati contengono:

- Un numero intero rappresentante l'identificatore del mote che ha inviato il pacchetto;
- Due numeri in virgola mobile rappresentanti la temperatura e l'umidità rilevate appena prima dell'invio del pacchetto stesso;

- Un numero in virgola mobile rappresentante lo stato di carica della batteria del mote che ha inviato il pacchetto.

Ogni volta che il Sink riceve un pacchetto da uno dei Mote posti internamente alla stanza, scrive sulla porta seriale del laptop alla quale è collegato, utilizzando la libreria Printf messa a disposizione da TinyOS, i valori ricevuti sotto forma di quadrupla (ID,Temperatura,Umidità,Batteria).

Sul laptop oltre al Web Server Apache viene eseguito in contemporanea anche un processo Serial Port Reader (creato con C#), il quale si occupa di leggere i dati scritti dal Sink dalla porta seriale sulla quale quest'ultimo è collegato, di formattarli opportunamente e di invocare lo script PHP (anch'egli situato sul Server) che si occupa di inserirli all'interno del database.

E' importante sottolineare che il programma Serial Port Reader possiede un'interfaccia utente che permette di specificare l'URL del Web Server (anche diverso da localhost) a partire dal quale si vuole invocare lo script PHP per l'inserimento degli stessi all'interno del database, rendendo l'intero Web Server completamente dislocabile.

Il computer al quale il Sink è connesso può limitarsi all'esecuzione del lettore di porta seriale, per poi trasferire i dati letti ad un Web Server avente un dominio accessibile tramite la rete e che abbia le caratteristiche descritte precedentemente.

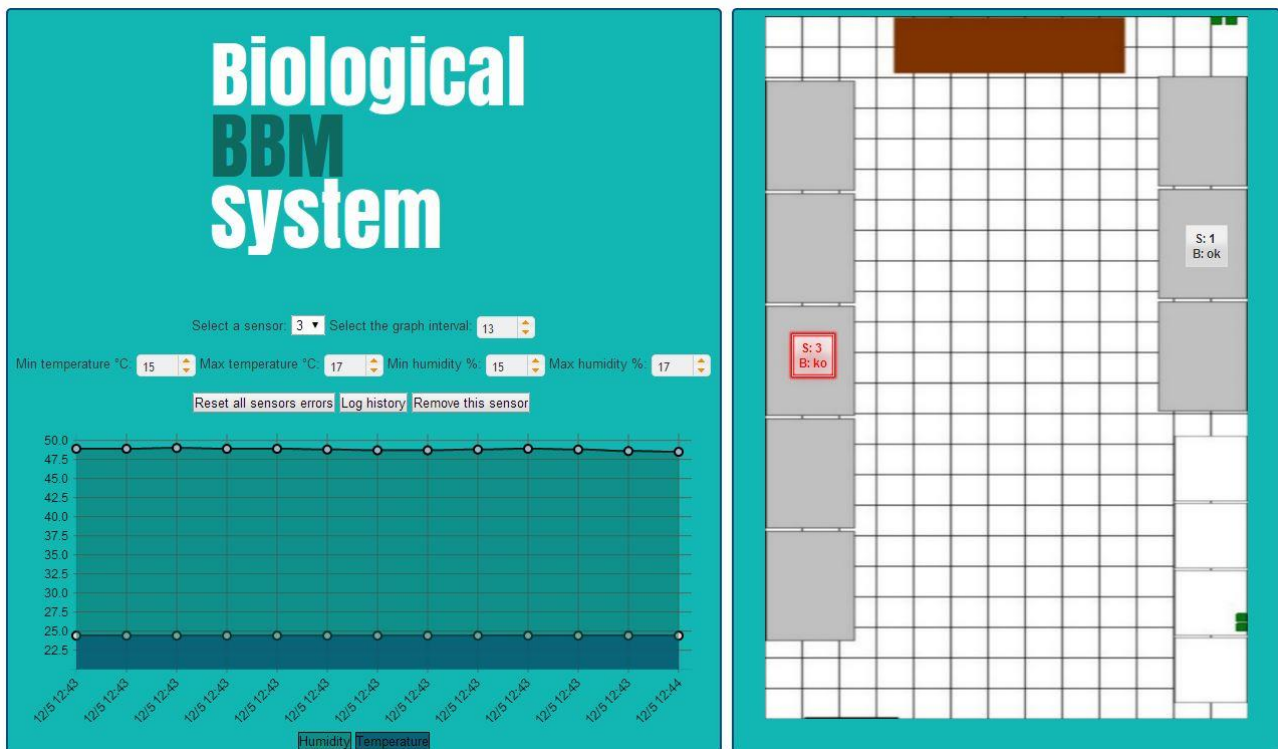
Questa implementazione inoltre permette l'integrazione e l'esclusione in qualsiasi momento di sensori nell'area di interesse.

Il database contiene in ogni istante una tabella con i dati e la posizione di ciascun sensore presente all'interno della stanza insieme ad un flag che segnala la presenza di nuovi allarmi e una tabella contenente uno storico con al massimo 3360 record, ovvero una settimana di rilevazioni, in quanto gli altri dati vengono periodicamente eliminati dal server per non far crescere troppo le dimensioni della banca dati e consentire un' agevole fruizione del log.

E' possibile collegarsi al Web Server tramite il protocollo HTTP da un qualunque Web Browser avente Javascript/JQuery abilitato. Ogni volta che un Client si connette, gli viene restituita una pagina html dinamica che contiene:

- La lista dei sensori presenti all'interno della stanza, a ciascuno dei quali è associata una quintupla (ID, posT, posL, battery, status_ok):
 - ID: identificativo assegnato a tempo di compilazione e segnalato sul mote tramite un'apposita etichetta
 - posT, posL: i valori (top, left) per la visualizzazione del mote all'interno della mappa
 - battery: il voltaggio attuale della batteria del mote
 - status_ok: un flag che segnala la presenza di nuovi allarmi
- Una mappa che fornisce una rappresentazione digitale della stanza, all'interno della quale è possibile riposizionare i sensori (individuati nel punto precedente) trascinandoli. I sensori sono visualizzati tramite il loro identificativo e un flag uguale a "ok" se la carica della batteria è sufficiente ai fini del corretto funzionamento del sistema altrimenti "ko"; inoltre sono evidenziati di rosso nel caso in cui non siano rispettate le soglie e di arancione nel caso in cui lo stato della batteria passi da "ok" a "ko".

- Un grafico che mostra le variazioni di temperatura ed umidità nel tempo all'interno della stanza, rilevati da uno specifico sensore, selezionabile tramite il proprio identificatore presente tra quelli esistenti.
- Un insieme di funzionalità:
 - Un pulsante che permette di eliminare un sensore.
 - Un pulsante che permette di visualizzare lo storico tramite un comodo popup che evidenzia le rilevazioni che non rispettano le soglie fissate.
 - Degli spinner che permettono di modificare le soglie minime e massime di umidità e temperatura.
 - Uno spinner che permette di scegliere il numero di dati da visualizzare.
 - Un pulsante che permette all'utente di disattivare lo stato di allerta segnalando le notifiche come visualizzate.



La pagina Web ottenuta dal client effettua automaticamente e ogni minuto nuove richieste HTTP al Web Server, al fine di attivare gli script PHP che interrogano il database alla ricerca di eventuali nuovi dati e sensori, in modo tale da aggiornare il grafico visualizzato, i sensori presenti nella stanza, il loro stato e la mappa con la loro posizione.

Tramite la procedura descritta, si riesce ad ottenere un aggiornamento real-time della pagina web e quindi si fornisce all'utente del sistema un'idea chiara, semplice e precisa dell'andamento della temperatura, dell'umidità e delle zone di rilevazione internamente all'area da monitorare.

Capitolo 4 Conclusioni

L'attuale stato del sistema soddisfa i requisiti prefissati durante la fase di prima analisi e di progettazione dell'architettura.

Nella prima fase di sviluppo il sistema prevedeva l'utilizzo di Arduino con comunicazione via Bluetooth, i quali si sono rivelati poco adatti alla situazione in quanto limitati ad una modalità di comunicazione Master-Slave nella quale la figura di Master poteva essere svolto solo da un pc.

Successivamente ci siamo orientati verso i Motes telosb i quali utilizzano lo standard 802.15.4 ZigBee per la comunicazione radio e permettono di specializzare un mote con funzionalità di sink o sensori di rilevazioni.

Questa soluzione ha permesso di agire in modo più libero anche sui pacchetti utilizzati durante la comunicazione ai fini dell'implementazione. Ciò ci ha dato la possibilità di esplorare e di sperimentare queste tecnologie per le reti ad-hoc e di sensori.