

SMART AQUARIUM

POSTARÁME SE RYBIČKÁM O FULL SERVICE

Vendula Voltrová, David Kraus,
Tomáš Šašek, Matěj Zahrádka,
Gymnázium Plzeň, Mikulášské náměstí 23

REDAKČNĚ ZPRACOVANÁ
STUDENTSKÁ PRÁCE

Na krmení, teplotu vody a osvětlení musí každý akvarista myslet. Opomenutí péče může mít fatální následky. Tomu, aby se tak nestalo, může pomoci zařízení, které to všechno ohlídá a zařídí. Už nikdy se Vám nestane, že si na dovolené nebudete jisti, zda souseď nezapomněl rybičkám nasypat. A nejen to. Teplota vody bude regulována podle druhů, které máte. Přidáte další rybku, teplota se přepočítá a nastaví podle její potřeby. Nemusíte na nic myslet, myslíte za Vás autoři. Máte akvárií víc? No prosím, v aplikaci si vyberete to pravé a o Vaše rybičky je postaráno. Níže uvedená práce je naplněna pokročilými technologiemi a je srozumitelně popsána. A jak je v této rubrice zvykem, nejedná se o návod na konstrukci, ale o popis již zrealizovaného nápadu. Zkuste to s rybkami. Smart.

Úvod

Dobře víme, že chytrá akvária již existují, ale všimli jsme si jejich nedostatků a rozhodli se zkusit je odstranit podle našich možností a zkušeností. Argumentem, proč je právě pro nás tohle ten správný projekt, bylo složení našeho týmu. Část z nás je zvyklá na práci s hardwarem, ostatní se naopak zabývají hlavně mobilními aplikacemi a softwarem. To nám umožnilo vytvořit právě Smart akvárium, které je kombinací obojího. Hardwareovou částí jsou zařízení na samotném akváriu a softwarem je mobilní aplikace, se kterou hardware komunikuje.

Cíl projektu

Cílem našeho projektu bylo co nejvíce zjednodušit uživateli péči o akvárium. Oblasti, které jsme se snažili vyřešit tímto projektem, jsou: krmení, osvětlení, teplota, univerzálnost.

Krmení

Akvarijní rybičky musí mít přístup k pravidelným a správně velkým dávkám krmení. Správná velikost dávky musí být nastavena co nej přesněji, a to především kvůli tomu, aby dávky krmiva nebyly příliš velké. Rybičky jsou pak překrmené a nespotřebované krmivo se v akváriu rozkládá a znečišťuje tak vodu.

Správná velikost dávky se však uvádí jako množství, které rybičky spotřebují do 2 až 5 minut, a proto ji pomocí aplikace nedokážeme určit naprosto přesně. Určujeme ji alespoň přibližně. Podle vlastního měření jsme určili dávku pro jednu rybku (0,1 g), kterou pak upravujeme v závislosti na druhu rybek a násobíme jejich počtem. Tak dostaneme finální velikost dávky krmení, vypočítanou dle dat z naší databáze. Je ale především na uživateli, aby si velikost dávky

ky manuálně upravil podle vlastního pozorování.

Osvětlení

Osvětlení v akváriu musí mít správnou teplotu, intenzitu a délku svícení. Teplota světla by měla být nastavena tak, aby se co nejvíce podobala teplotě denního světla. Pro náš projekt jsme použili kombinaci 2 teplot – teplá bílá (3200 K) a studená bílá (6000 K). Délka svícení je v základu nastavena na jeden interval od 10:00 do 19:00. Uživatel si pak může v aplikaci změnit čas a délku svícení i počet intervalů, kdy je světlo rozsvíceno. Aplikace umožňuje i další funkci, týkající se osvětlení – simulaci cyklu denního světla. Intenzita světla se tak na začátku intervalu postupně zvyšuje a na konci intervalu se naopak snižuje.

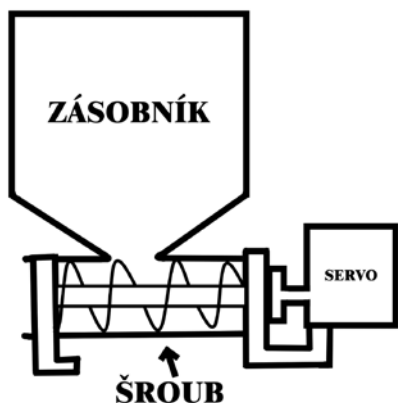
Teplota

Každá akvariální rybka preferuje jinou teplotu. Proto je důležité v akváriu udržovat vhodnou a stabilní teplotu, jež vyhovuje všem rybám, které v akváriu žijí. Teplotní interval každé rybky je uveden v databázi, k níž je aplikace připojena. Optimální teplotu určujeme jako průnik teplotních intervalů jednotlivých ryb.

Univerzálnost

Velikostí akvárií je na trhu opravdu hodně, proto jsme se snažili částí projektu vytvořit co nej univěrnější. U krmítka je to poměrně snadné – naše krmítko je přenosné a stojí pouze na stojánku, který je vytištěn na 3D





→ Obr. 2 Princip krmítka

tiskárně. Univerzální velikost osvětlení se však určit nedá. Každé akvárium má jinou délku, a proto se musí délka LED pásku vytvořit individuálně podle velikosti daného akvária.

Koncept „Smart Aquarium“ Krmítko

Vzhledem k našim relativně vysokým nárokům na krmítko jsme se rozhodli vyrobit si naše vlastní. Jako materiál jsme vybrali plast, hlavně díky jednoduchému zpracování pomocí 3D tiskárny. Poté jsme museli najít správný model, který splňuje všechny naše požadavky.

Prvním předpokladem, který by mělo krmítko určitě splňovat, byl dostatečně velký zásobník. Naše akvárium se má postarat o rybičky akvaristy v době, kdy on sám nemůže. To znamená, že musí zajistit dostatečné množství krmení pro všechny rybičky na dostatečně dlouhou dobu.

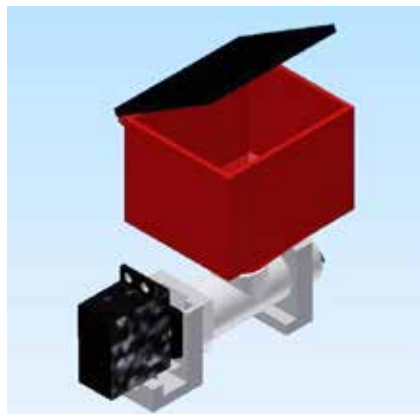
Další nutností byla ochrana krmiva. Nikdo nechce, aby se do něj prášilo nebo aby jej napadl nějaký škůdce. Tím vznikla další naše podmínka, kterou je to, aby byl zásobník krmiva maximálně uzavřen.

Poslední podmínkou byla samozřejmě přesnost. V akváriu může být jakékoliv množství rybiček, třeba pouze jedna. Krmítko musí být schopno dostatečně přesně dávkovat jednotlivé dávky, aby nedošlo k přebytku krmiva. K tomu nám výborně posloužilo kontinuální servo.

Všechny tyto podmínky a faktory jsme zkombinovali a pomocí webové stránky jsme našli 3D model ideálního krmítka. Díky tomu nám stačilo model mírně upravit a nemuseli jsme si modelovat krmítko celé, což nám ušetřilo čas.

RGB LED osvětlení

Než jsme začali tvořit další hardwarovou část, kterou je osvětlení, vyhledali



→ Obr. 3 3D model krmítka

li jsme si potřebné informace, protože v našem akváriu nechceme živočichy ani rostliny týrat nevhodným světlem. Po potřebném studiu informací z různých zdrojů jsme se rozhodli pro kombinaci světla barvy bílé a teplé bílé. Proto jsme nakonec zvolili osvětlení pomocí pásku RGB LED diod, které nám umožňují kombinaci několika barev, upravování intenzity světla apod.

Další částí osvětlení akvária je kryt na LED diody. Pro ten jsme opět využili možnost 3D tisku v kombinaci s transparentním filamentem. Díky tomu je naše osvětlení velmi univerzální. Úspěšně jsme ho zkusili na dvou různých akváriích. V prvním jsme využili háčky, které některá akvária mají na spodní straně víka. Kryt jsme vytiskli na míru, takže tam přesně seděl a akvárium bylo osvětleno stejně jako s původním světlem. Druhé akvárium bylo starší, menší a mělo skleněné, průhledné víko. Vytiskli jsme pár stojánků a pomocí nich jsme osvětlení umístili na víko. I tato verze fungovala a akvárium bylo dostatečně osvětlené. To nás ostatně přivádí k další výhodě naší verze osvětlení akvária, kterou



→ Obr. 4 LED osvětlení

je univerzálnost. Pásek s LED diodami jde zkrátit nebo naopak prodloužit podle velikosti akvária. Stejně tak i poloměr krytu jde upravit tak, aby se děl do každého akvária.

Regulace teploty

Naším původním plánem bylo v akváriích regulovat teplotu. Pomocí databáze rybiček zjistíme, která teplota je pro dané osazení ideální, a budeme hlídat teplotu pomocí teploměru a regulovat ji prostřednictvím jednoduchého topení. Bohužel jsme nenašli žádné topení, které by bylo kompatibilní s řídicím modulem ESP32 a zároveň by bylo dostatečně silné na vytopení celého akvária. Na vyrobení zcela nového, vlastního topítka jsme bohužel neměli prostředky ani zkušenosti.

Nakonec se tedy regulace teploty nevydařila tak, jak jsme původně plánovali. Jsme ale připraveni přidat ji do akvárií později, v rámci dalších snah o vylepšení.

Aplikace a její programování

Pro aplikaci jsme zvolili prostředí .NET MAUI (Multi-platform App User Interface), což je prostředí, vycházející z Xamarin.Forms a sjednocující rozhraní platform Android, iOS, Windows, macOS a Tizen pod jedno UI, psané v XAML nebo C#, a jeden zdrojový kód, psaný v C#. Díky tomu lze aplikaci vyvinout pro více platform, aniž by bylo nutné repetitivně psát oddělený zdrojový kód a UI pro každou platformu zvlášť, a případně také přidat rozdílné části díky možnosti psát určitý kód pouze pro konkrétní platformu. Naše potřeby při vytváření uživatelsky přívětivé aplikace mohly být díky tomuto prostředí naplněny, a proto jsme při vývoji zvolili právě toto prostředí.

Aplikace slouží jako dálkový ovladač pro veškerá nastavení akvária a zároveň také jako kontrola stavu funkcí akvária. V aktuální chvíli lze aplikaci používat pouze na platformě Android a Windows, a ne na platformách Apple, neboť pro vývoj aplikací na tyto platformy je zapotřebí zakoupení Apple Developer licence, která je poměrně drahá na pořízení, a pro naše účely jsme považovali její pořízení za zbytečné. Proto jsme vývoj pro tuto softwarovou sekci nakonec museli zavrhnout. Nebyl by ovšem problém aplikaci na tyto platformy uvést díky výhodám .NET MAUI, zmíněným výše.

Databáze

K přenosu dat mezi mikrokontrolérem ESP32 a mobilní aplikací a jejich uchování slouží cloudová databáze MongoDB. Tu jsme zvolili, neboť poskytuje velmi přívětivé prostředí pro vývoj a mnoho výhod ulehčujících naše řešení, jako například omezenou licenci zdarma, což ale díky charakteru našeho projektu nebylo překážkou. MongoDB umožňuje velmi jednoduché připojení mobilních zařízení, která do ní následně mohou díky systému správy uživatelů posílat data a také je pomocí rozlišovacího klíče přijímat, což umožňuje zobrazovat uživateli pouze nastavení jeho vlastních akvárií.

V databázi jsou uložena všechna nastavení akvárií, spravovaná uživatelem, a zároveň databáze ryb obsahující důležité informace o každém druhu, jako je například požadovaná teplota, místo a snášenlivost k ostatním druhům. Posledně jmenovaná funkce slouží k automatickému rozhodnutí, zdali je dané obsazení akvária v pořádku. Jakékoliv potenciální konfliktní vztahy mezi určitými druhy v akváriu jsou zobrazeny uživateli přímo v aplikaci, aby je mohl jednoduše odstranit.

Komunikace a její kontrola

Databáze obsahuje tzv. databázové funkce, které slouží například ke sledování změn, které v ní nastávají. Toho využíváme při odesílání dat do modulu ESP32, který s databází komunikuje prostřednictvím MQTT protokolu (MQ Telemetry Transport). Tento protokol funguje na principu vydavatel-odběratel (publisher-subscriber) a umožňuje jednoduchý a zároveň zabezpečený (díky TCP protokolu) přenos dat mezi zařízeními, jako jsou například zařízení IoT (Internet of Things), mezi které se řadí i Arduino a ESP moduly. Při změně nastavení akvária uživatelem jsou změny odeslány pomocí databázové sledovací funkce přes MQTT do čipu ESP32, který data dále zpracuje, uloží je do paměti pro případný výpadek spojení tak, aby bylo akvárium schopno pracovat i bez vstupních změn v podstatě neomezeně, a dále uskuteční případné změny (například změnu nastavení světel).

Vzhledem k tomu, že spojení pomocí MQTT protokolu není 100%, implementovali jsme do něj zpětnou kontrolu připojení. To znamená, že při odeslání dat z databáze program



→ Obr. 5
Aplikace - přihlášení



→ Obr. 6
Montáž modulu ESP32

očekává potvrzovací zprávu, která zaručí, že přenos dat proběhl bez chyby. V případě, že data do ESP32 nejsou doručena, nemůže ESP32 odeslat potvrzovací zprávu, a proto v takovém případě databázová funkce provede nový pokus o odeslání dat. Tato smyčka probíhá tak dlouho, dokud potvrzovací zprávu funkce nedostane. S tímto připojením se také váže možnost aktualizace dat v databázi a aplikaci podle aktuálního stavu akvária, což uživateli umožní sledování stavu akvária i na dálku. Této možnosti jsme zatím nevyužili a zařadili ji do plánovaných vylepšení.

Grafická stránka aplikace

Veškeré grafické rozhraní mobilní aplikace Smart Aquarium je vytvořeno v jazyce XAML (EXtensible Application Markup Language), který umožňuje definovat uživatelská rozhraní v aplikacích .NET MAUI. XAML jsme zvolili kvůli jeho stručnosti, vizuální koherenci a dobré podpoře nástrojů.

Mobilní aplikaci Smart Aquarium jsme vyvinuli tak, aby její prostředí bylo dostatečně přehledné a jednoduché na použití pro běžného uživatele.

Aplikace je rozdělena do tří samostatných částí: přihlašovací stránka, seznam profilů akvárií vytvořených uživatelem a nastavení profilu akvária.

1. Přihlašovací stránka

Po otevření mobilní aplikace se zobrazí přihlašovací okno, ve kterém se uživatel zaregistruje (resp. přihlásí) pomocí svého e-mailu a zvoleného hesla. Stisknutím tlačítka „Přihlásit

se“ aplikace ověří (v případě registrace zapíše) přihlašovací údaje. Pokud se shodují s údaji v databázi, zobrazí se seznam akvárií.

2. Seznam profilů akvárií, vytvořených uživatelem

Po úspěšném přihlášení se v aplikaci zobrazí seznam profilů akvárií, vytvořených uživatelem, a tlačítko pro vytvoření nového profilu akvária. Po stisknutí profilu akvária se zobrazí jeho nastavení. Po stisknutí tlačítka pro vytvoření nového profilu akvária se zobrazí nastavení nového profilu akvária.

3. Nastavení profilu akvária

Nastavení profilu akvária je členěno do sekcí podle obsahu:

- Jméno akvária a poznámka
- Režim
- Osvětlení
- Krmení
- Seznam ryb

Každému profilu akvária lze přiřadit jméno a poznámku (např. informace o stavu ryb apod.), které se zobrazí v seznamu profilů akvárií. Dále lze nastavit režim (automatický/manuální), dobu a intenzitu osvětlení a počet dávek krmiva, spolu s jejich velikostí. Nastavení také obsahuje seznam ryb, který po správném zadání počtu a druhů ryb vyhodnotí, zdali je možné, aby zvolené druhy ryb přežily v jednom prostředí. Dále tento seznam také nabízí funkci „automatický režim“. Pokud je akvárium v automatickém režimu, veškeré parametry

(s výjimkou jména a poznámky) se nastaví na základě ryb, zvolených uživatelem.

V nastavení se též nachází tlačítko pro vymazání profilu akvária.

ESP32

Na ovládání krmítka a osvětlení jsme zvolili jednočipovou desku ESP32. V tomto projektu je velmi důležitá její možnost připojit se k Wi-Fi síti, díky čemuž může komunikovat s databází, aplikací, a tedy i s uživatelem. Také jsme byli vděční za malou velikost této desky, díky které elektronika není tak nápadná.

Závěr

Závěrem bychom se rádi pozastavili ještě nad našimi konkrétními plány a jejich realizací, o čemž jsme psali v úvodu tohoto článku. První zásadní částí v našem plánu bylo určitě krmítko, které jsme nakonec vytiskli na 3D tiskárně, sestrojili a zprovoznili pomocí kontinuálního serva. Druhým důležitým bodem bylo osvětlení akvária. K němu jsme použili RGB LED diody a kryt, který je vytištěný z transparentního filamentu. Dalším bodem našeho plánu byla regulace teploty. Bohužel jsme narazili na komplikace a rozhodli se pokusit se zrealizovat ho někdy v budoucnu. Čtvrtým cílem byla univerzálnost. Díky využití pásku diod a krytu, který lze upravit, můžeme osvětlení umístit prakticky na jakékoliv akvárium. Samozřejmě jedním z nejdůležitějších cílů byla přívětivost pro uživatele. Myslíme si, že díky využití nástrojů při tvorbě aplikace jsme splnili i tento bod.

Co se týče budoucnosti, možnost rozšíření je zde samozřejmě spousta. Plánujeme již zmíněnou regulaci teploty, také regulaci pH, dávkování hnojiva pro rostliny a další. ■

Práce byla se souhlasem autorů redakčně upravena a redakce nese žádnou odpovědnost za případné škody v případě realizace. MI

→ NĚKOLIK POZNÁMEK EDITORA:

Tentokrát přinášíme nápad, co se přístupu a využití nových technologií týká, vskutku přelomový. Nepamatuji si, že by na stánkách PE vyšlo nějaké řešení, které by současně využívalo databázi a řízení komunikace v cloudu, pro ovládání mobilní aplikaci a pro IO funkce mikrokontrolér. Je zřejmé, že se jedná o převážně softwarový projekt, kombinující různé IoT technologie. A není to jen tak nějaký „nápad“, ale soutěžní práce studentů gymnázia, která získala četná přední umístění na mnoha soutěžích středních škol. Cenný je také přístup řešitelů k dalšímu vývoji své práce s předpokladem k rozšíření o další funkce.

Autoři osvědčili nejen své technologické znalosti a schopnosti, ale také prokázali jisté soft skills, neboť realizátorem byl čtyřčlenný tým studentů, ve kterém už je potřeba jednotlivé řešitele smysluplně a věcně koordinovat a také jim zajišťovat příslušné podmínky k řešení, vytvářet dokumentaci a prezentovat výsledky.

Ač to tak na první pohled nevypadá, není to úplně jednoduchá úloha a studenti zvládli týmovou spolupráci bezesporu na výbornou.

Ale jako inspirace pro případné zájemce o konstrukci to není zrovna snadné téma. Především proto, že na celý rozsah řešení byl čtyřčlenný tým, složený ze studentů, kteří již měli s jednotlivými oblastmi své zkušenosti. Zájemce o konstrukci bude na vše sám.

A zde přichází myšlenka, že právě zjednodušení by mohlo být tématem pro další vývoj. Totiž provést simplifikaci tak, aby to bylo pro případnou stavbu DIY vhodné. Nemuselo by to být ani moc komplikované. Stačilo by veškerou logiku, IO operace a databázi realizovat lokálně mikrokontrolérem. Ovládání pomocí joystiku a řádkového LCD displeje.

Nabízí se tu možnost připojit se třeba k současně probíhající akci Raspberry Pico a Micro Python pro školy a ukázat tak praktický potenciál řešení na bázi Pica. Tak co, zkusíte to?

→ ZDROJE

- Automatic Fish Feeder. In: <https://www.thingiverse.com/thing:301532>, cit. 15. 5. 2024.
- IoT trends in 2024. In: <https://futureiot.tech/iot-trends-in-2024/>, cit. 15. 5. 2024.
- Počítače a internet v domácnostech. In: <https://www.czso.cz/documents/10180/142872020/06200421j01.pdf/70bb98f5-0989-47c3-9938-c50836974c01?version=1.1>, cit. 15. 5. 2024.
- Středoškolské týmy představily své projekty na Technické olympiádě PK. In: <https://www.plzensky-kraj.cz/stredoskolske-tymy-predstavily-sve-projekty-na-te>, cit. 15. 5. 2024
- Technická olympiáda i letos proběhla on-line. In: <https://www.plzensky-kraj.cz/technicka-olympiada-i-letos-probehla-on-line-1>, cit. 15. 5. 2024
- Sborník konference StreTech 2024. In: stretech.fs.cvut.cz/2024/sbornik_2024/, cit. 6.7.2024

Inzerce

Plošné spoje rychle, levně, kvalitně

Zhotovíme jedno i dvojstranné pl. spoje dle časopisů AR, KTE i dle vlastních předloh. Běžné dodací lhůty týden až 10 dnů. Po domluvě i express do 24 hodin.

ELEKTRO SOUND Borská 33, 301 00 Plzeň
tel/fax: 377326701 mobil: 603264981
www.elektrosound.cz e-mail: obchod@elektrosound.cz

KONEKTORY - BRNO, s.r.o.
Musilova 1, 614 00 BRNO
tel. + fax: 541 212 577
[www: konektor.cz](http://www.konektor.cz)
e-mail: brno@konektor.cz

Koupím Amatérské radio
ročník 1962-1965.
Tel.: 212 231 053 nebo 728 651 858