

WYŻSZASZKOŁAINFORMATYKIIUMIEJĘTNOŚCI
WydziałInformatykiiZarządzania
Kierunek:Informatyka

MarcinMaciaszczyk
nralbumu:29572

PracaMagisterska
Systemoświetleniaskonstruowanyzapomocądiod
elektroluminescencyjnychorazmikrokontroleraArduinoUno

Pracanapisanapodkierunkiem
drinż.GrzegorzZwoliński

Rokakademicki2016/2017

Spis treści

1	Wstęp	4
1.1	Uzasadnienie wyboru tematu	4
1.2	Problematyka i zakres pracy	5
1.3	Cele pracy	5
1.4	Metoda badawcza	6
1.4.1	Studia literaturowe	6
1.4.2	Analiza istniejących systemów oświetlenia	6
1.4.3	Stworzenie własnego systemu oświetlenia	6
1.4.4	Analiza porównawcza oraz testy	6
1.5	Przegląd literatury w dziedzinie	6
1.6	Układ pracy	6
2	Zagadnienia teoretyczne	7
3	Analiza istniejących rozwiązań	8
3.1	Kryteria analizy	8
3.2	Porównanie istniejących rozwiązań	9
3.2.1	Technologia Philips Ambilight	9
3.2.2	System oświetlenia Lightpack	11
3.2.3	System oświetlenia Lightpack 2	11
4	System oświetlenia Lightning	12
4.1	Analiza wymagań	12
4.1.1	Wymagania funkcjonalne	12
4.1.2	Wymagania нефункционалне	12
4.2	Komponenty systemu	13
4.3	Moduły oprogramowania	14
4.3.1	Oprogramowanie mikrokontrolera	14
4.3.2	Aplikacja przeznaczona na komputer	15

4.4	Projekt	15
4.4.1	System kontroli wersji	15
4.4.2	Wykorzystane technologie	16
4.4.3	Diagram klas	17
4.4.4	Wzorce projektowe	17
4.4.5	Interfejs użytkownika	17
4.5	Implementacja	17
4.6	Podręcznik użytkownika	17
4.7	Przykładowa implementacja animacji	17
4.8	Analiza projektu	17
4.9	Perspektywy rozwoju projektu	18
5	Podsumowanie	20
5.1	Dyskusja wyników	20
5.2	Perspektywy rozwoju pracy	20
	Bibliografia	21
	Spis rysunków	23
	Spis tabel	24
	Spis listingów	25

Rozdział 1

Wstęp

1.1 Uzasadnienie wyboru tematu

Wraz z upływem czasu postęp technologiczny ma wpływ na życia co raz szerszej rzeszy ludzi na całym świecie. Niezliczone ilości urządzeń zagościły na stałe w domach i mało kto wyobraża sobie bez nich swoje życie. Zaczynając od artykułów gospodarstwa domowego, a kończąc na elektronice użytkowej do której zaliczają się komputery, telewizory czy też smartfony¹. Wszystkie te urządzenia mają na celu ułatwianie życia swoim użytkownikom.

W parze z licznymi zaletami urządzeń elektronicznych idą jednak pewne wady. Jedną z istotniejszych jest wpływ czasu spędzanego przed różnego rodzaju wyświetlaczami na zdrowie. Badania przeprowadzone na bazie danych Nielsen Audience Measurement pokazują, że przeciętny Polak spędza dziennie średnio 4,5 godziny przed ekranem telewizora². Nie oznacza to jednak, że przez cały ten czas ogląda on telewizję. Oglądanie filmów z dysku komputera, za pomocą serwisów VOD³ czy granie na konsoli także są wliczone w ten czas. Gdyby jednak dodać do tego czas spędzony przed ekranem smartfona czy też komputera wynik byłby zapewne dwukrotnie większy.

Pogorszenie wzroku czy też wysychanie gałki ocznej są wymieniane jako najczęstsze skutki zbyt dużej ilości czasu spędzanego przed ekranem. Poza próbą jego ograniczenia, jedną z częstszych porad jest próba zmniejszenia kontrastu pomiędzy ekranem a jego otoczeniem.

¹ Przenośne urządzenia łączące w sobie zalety telefonów komórkowych oraz przenośnych komputerów (z ang. smartphone).

² Badania zostały przeprowadzone z uwzględnieniem osób powyżej 4 roku życia w okresie od stycznia do czerwca 2015 roku [1].

³ Wideo na życzenie (z ang. video on demand).

Do celów niniejszej pracy należy złożenie i oprogramowanie systemu oświetlenia, który ma rozszerzać obraz widziany na ekranie na jego otoczenie. Poza zmniejszeniem kontrastu, a więc aspektem zdrowotnym, system ma także na celu zwiększyć wrażenia wizualne dostarczane przez oglądany obraz.

System oświetlenia składa się z taśmy diod elektroluminescencyjnych⁴ podłączonych do mikrokontrolera Arduino Uno, który z kolei ma współpracować z komputerem z zainstalowanym systemem operacyjnym macOS. Oprogramowanie mikrokontrolera, którego zadaniem jest sterowanie diodami zostało przygotowane w języku Arduino, natomiast aplikacja kontrolująca cały system przeznaczona na komputer z systemem macOS została napisana w języku Swift. Wybór języków jest ściśle związany z koniecznością uzyskania jak najlepszej wydajności oraz użyciem najnowszych technologii.

Podobne systemy oświetlenia dostępne są już od pewnego czasu na rynku, jednak to właśnie nowoczesne technologie, prostota wykonania i niskie koszty powinny uczynić z Lightning, bo taką nazwę otrzymał projekt, pełnowartościowego konkurenta.

1.2 Problematyka i zakres pracy

1.3 Cele pracy

Do najważniejszych celów niniejszej pracy dyplomowej należą:

- Analiza istniejących systemów oświetlenia o podobnym działaniu, a co za tym idzie dokładniejsze zapoznanie się z istniejącymi rozwiązaniami. Umożliwiło to sprecyzowanie wymagań oraz podjęcie kluczowych decyzji dotyczących wykorzystanych komponentów czy też technologii.
- Stworzenie własnego systemu oświetlenia umożliwiające dokładne zapoznanie się problematyką projektu, czyli między innymi:
 - Tworzeniem wielomodułowych systemów, a więc synchronizacji i komunikacji pomiędzy modułami.
 - Kompletowaniem złożonego z kilku komponentów systemu oświetlenia.
 - Optymalizacją obliczeń związanych z przechwytywaniem i obróbką obrazu.

⁴ LED (z ang. light-emitting diode).

- Projektowaniem graficznego interfejsu użytkownika.
- Porównanie Lightning z analizowanymi wcześniej systemami mające na celu stwierdzić czy przyjęte założenia i wymagania okazały się trafne.

1.4 Metoda badawcza

1.4.1 Studia literaturowe

1.4.2 Analiza istniejących systemów oświetlenia

1.4.3 Stworzenie własnego systemu oświetlenia

1.4.4 Analiza porównawcza oraz testy

1.5 Przegląd literatury w dziedzinie

1.6 Układ pracy

Rozdział 2

Zagadnienia teoretyczne

Rozdział 3

Analiza istniejących rozwiązań

3.1 Kryteria analizy

Tak jak to zostało wspomniane na wstępie projektowany system oświetlenia nie jest pierwszym w swoim rodzaju i ma on do czynienia ze sporą konkurencją w postaci istniejących już rozwiązań. W rozdziale tym zostanie przeprowadzona ich analiza, jednak przed przystąpieniem do niej konieczne jest zdefiniowanie kryteriów jakie zostaną wzięte pod uwagę. Kryteria te powinny mieć pokrycie z oczekiwaniami użytkowników, a Lightning powinno wyróżniać się co najmniej pod paroma względami. Po zapoznaniu się z opiniami użytkowników w Internecie pod uwagę zostały wzięte następujące kryteria:

- **Koszt** – Dla większości potencjalnych użytkowników może to być kluczowe kryterium wyboru, dlatego koszt zakupu gotowego systemu lub koszt skompletowania komponentów powinien być jak najniższy.
- **Rodzaj systemu** – Najwyżej cenione są systemy zintegrowane z wyświetlaczami, gotowe do uruchomienia od razu po zakupie. Im trudniejsze jest skompletowanie systemu oraz oprogramowanie tym mniej użytkowników z niego skorzysta.
- **Płynność działania** – Tylko systemy działające płynnie są w stanie zatrzymać przy sobie swoich użytkowników.
- **Możliwość konfiguracji** – Sprawia, że każdy może dopasować system do siebie, im większa tym lepiej.
- **Interfejs użytkownika** – Rzecz na którą wielu użytkowników zwraca uwagę na początku, im bardziej przejrzysty i łatwy z obsłudze tym lepiej.

- Dodatkowe możliwości – Bonusy takie jak tryb animacji czy wizualizacji odtwarzanej muzyki wpływają na powiększenie oceny końcowej.
- Wspierany sprzęt i oprogramowanie – Wsparcie dla różnego rodzaju platform i systemów operacyjnych zwiększa grono potencjalnych odbiorców.
- Licencja – Rodzaj licencji na jakiej udostępniane jest oprogramowanie ma znaczenie w licznych przypadkach. Większość użytkowników postawiona przed wyborem pomiędzy restrykcyjną licencją a oprogramowaniem otwartoźródłowym wybierze to drugie.

3.2 Porównanie istniejących rozwiązań

3.2.1 Technologia Philips Ambilight

Pierwsze miejsce w zestawieniu istniejących rozwiązań zajmuje technologia Ambilight¹ opatentowana w 2002 roku przez firmę Philips. Pierwszy telewizor z Ambilight trafił do sklepów w 2004 roku. W chwili obecnej dostępnych jest dużo więcej modeli wyposażonych w Ambilight, który cieszy się sporą popularnością.

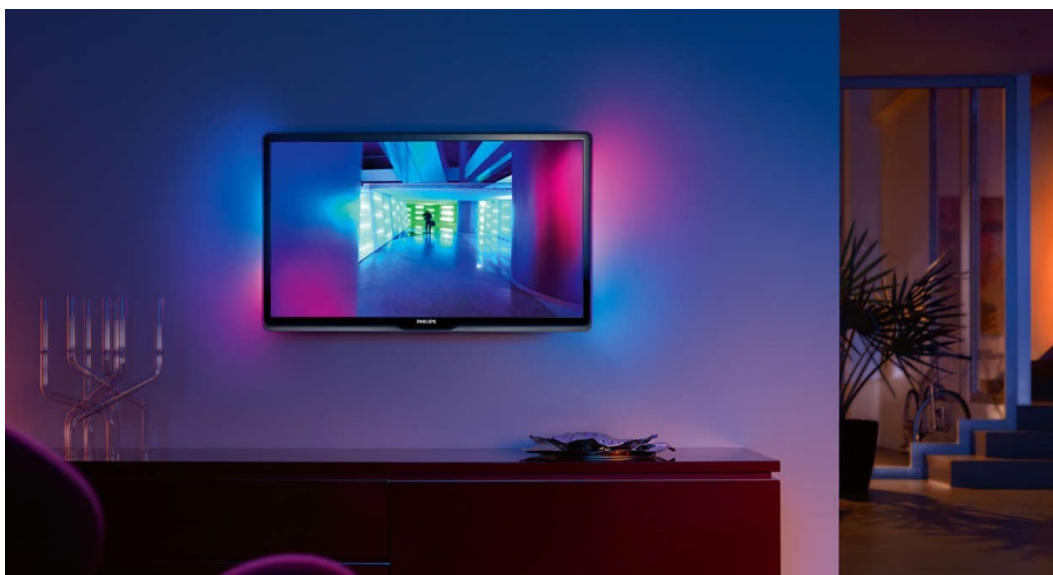


Rysunek 3.1: Logo Philips Ambilight [12]

¹ Otaczające oświetlenie (z ang. ambient lighting).

Koszt	
Rodzaj systemu	gotowy do użycia, zintegrowany
Płynność działania	wysoka
Możliwość konfiguracji	duża
Interfejs użytkownika	intuicyjny
Dodatkowe możliwości	obsługa dodatkowych lamp, aplikacja mobilna
Wspierany sprzęt i oprogramowanie	tylko telewizory marki Philips
Licencja	opatentowana technologia, brak dostępu do źródeł

Tablica 3.1: Analiza technologii Philips Ambilight



Rysunek 3.2: Telewizor z technologią Philips Ambilight [13]

Do największych zalet technologii Ambilight należy jej integracja z telewizorami Philips. Dzięki temu działa płynnie, ma duże możliwości konfiguracyjne, intuicyjny interfejs a także inne dodatkowe możliwości. Wielu użytkowników doceni też brak konieczności podłączania dodatkowych urządzeń zewnętrznych. Część z nich uzna to za wadę, bo systemu oświetlenia nie da się przenieść do innego wyświetlacza.

Do wad Ambilight zaliczyć można wysoki koszt, wsparcie jedynie dla telewizorów marki Philips a także restrykcyjną licencję.

3.2.2 System oświetlenia Lightpack

3.2.3 System oświetlenia Lightpack 2

Rozdział 4

System oświetlenia Lightning

4.1 Analiza wymagań

4.1.1 Wymagania funkcjonalne

W celu stworzenia jak najatrakcyjniejszego system oświetlenia podczas projektowania Lightning przyjęto poniższe wymagania funkcjonalne:

- System musi udostępniać tryb przechwytywania rozszerzający obraz wyświetlany na ekranie na jego otoczenie za pomocą diod elektroluminescencyjnych.
- System musi posiadać tryb animacji. Powinien być on łatwy do rozszerzenia o kolejne animacje.
- System musi być konfigurowalny z poziomu aplikacji sterującej. Konfiguracji podlegać musi co najmniej liczba i rozmieszczenie diod za ekranem, a także wykorzystywany port szeregowy.
- Projekt musi być odpowiednio udokumentowany. Dokumentacja powinna ułatwiać szybkie skonfigurowanie oraz uruchomienie systemu.

4.1.2 Wymagania нефunkcjonalne

Do wymagań нефunkcjonalnych postawionych przed projektowanym systemem należą:

- System musi działać płynnie, a więc liczba osiągniętych klatek na sekundę powinna być jak największa nawet przy dużych rozdzielczościach przechwytywanego ekranu.

- Korzystanie z aplikacji sterującej powinno być jak najbardziej intuicyjne, a użytkownik powinien mieć dostęp do wskazówek dotyczących jej interfejsu.
- Oprogramowanie mikrokontrolera powinno oferować jak najprostszy interfejs i zawierać jak najmniej logiki sterującej.
- Pamięć na obu urządzeniach sterujących powinna być odpowiednio zarządzana, niedopuszczalne są wycieki pamięci czy też zapętlenia programu.

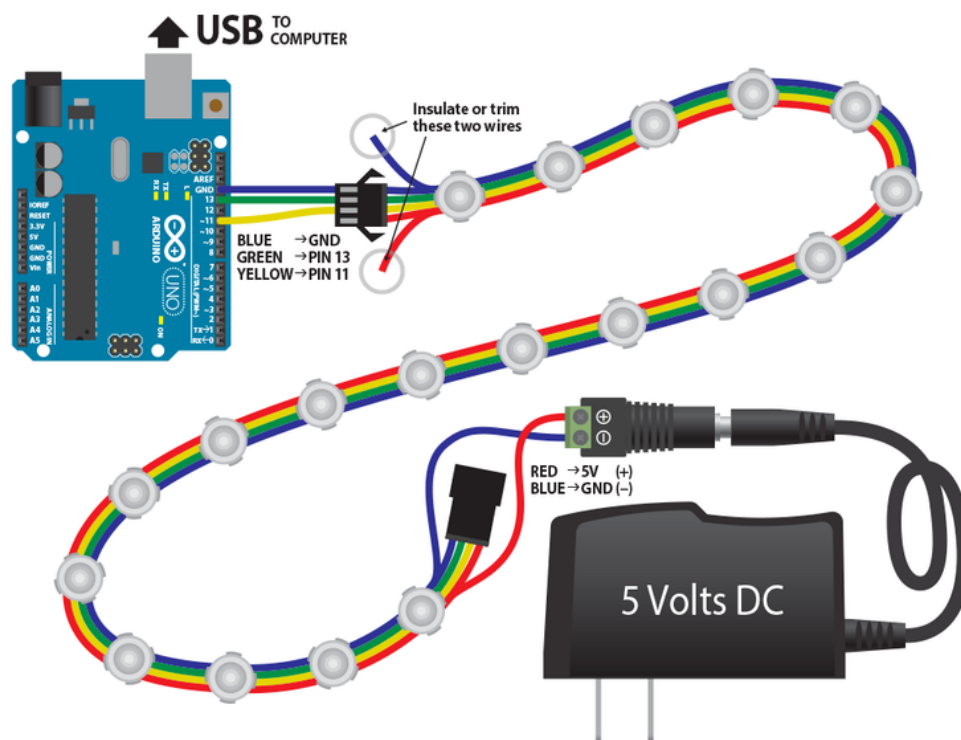
4.2 Komponenty systemu

Do konstrukcji systemu wykorzystane zostały następujące komponenty:

- Cyfrowo adresowany łańcuch składający się z 25 diod elektroluminescencyjnych o średnicy 12 mm ze sterownikiem WS2801. Dostępny w sklepie internetowym Botland w cenie 195 zł [2].
- Stabilizowany zasilacz sieciowy o napięciu wyjściowym 5 V. Dostępny w sklepie internetowym Botland w cenie 19,90 zł [3].
- Wtyk ze złączem pozwalającym połączyć łańcuch z zasilaczem. Dostępny w sklepie Botland w cenie 1,90 zł [4].
- Mikrokontroler Arduino Uno w wersji 3. Dostępny w sklepie Botland w cenie 95 zł [5].
- Przewód USB. Dostępny w sklepie Botland w cenie 4,90 zł [6].

Łańcuch z diodami został podłączony od jednej strony za pomocą wymienionego wcześniej wtyku z zasilaczem, z drugiej strony natomiast z mikrokontrolerem. Ten z kolei komunikuje się z komputerem z systemem macOS za pomocą przewodu USB. Dokładny schemat połączenia komponentów przedstawia rysunek 4.2.

Koszt związany ze skompletowaniem wszystkich komponentów wyniósł łącznie 316,70 zł. Cena ta mogłaby ulec znacznemu zmniejszeniu w przypadku użycia kompatybilnych zamienników dla najdroższych elementów, czyli dla łańcucha diod czy też Arduino Uno w najnowszej wersji.



Rysunek 4.1: Schemat podłączenia komponentów systemu [7]

4.3 Moduły oprogramowania

4.3.1 Oprogramowanie mikrokontrolera

Głównym celem oprogramowania przeznaczonego na mikrokontroler jest zarządzanie diodami. Dzieje się to w oparciu o polecenia otrzymywane portem szeregowym od komputera, który steruje całym systemem. W związku z charakterem swojego zadania oprogramowanie musi działać jak najszybciej oraz posiadać jak najmniej logiki sterującej. Kontrola diod ogranicza się do przesyłania pakietów danych otrzymywanych z komputera na odpowiednie wyjścia do których diody są podłączone do mikrokontrolera.

Moduł ten został napisany w natywnym języku Arduino, który udostępnia wszystkie podstawowe funkcje umożliwiające stworzenie oprogramowania spełniającego postawione przed nim wymagania.

4.3.2 Aplikacja przeznaczona na komputer

W przeciwieństwie do swojego poprzednika moduł przeznaczony na komputer ma za zadanie sterowanie całym systemem. Odpowiada on bezpośrednio na żądania użytkownika wydawane za pomocą stworzonego interfejsu graficznego i komunikuje się z oprogramowaniem mikrokontrolera w celu przekazania instrukcji zapalenia pewnej konfiguracji diod. Komunikacja odbywa się nieprzerwanie, jednokierunkowo, a każdy pakiet jest poprzedzony nagłówkiem składającym się z 11 bajtów.

Aplikacja ta może działać w dwóch trybach:

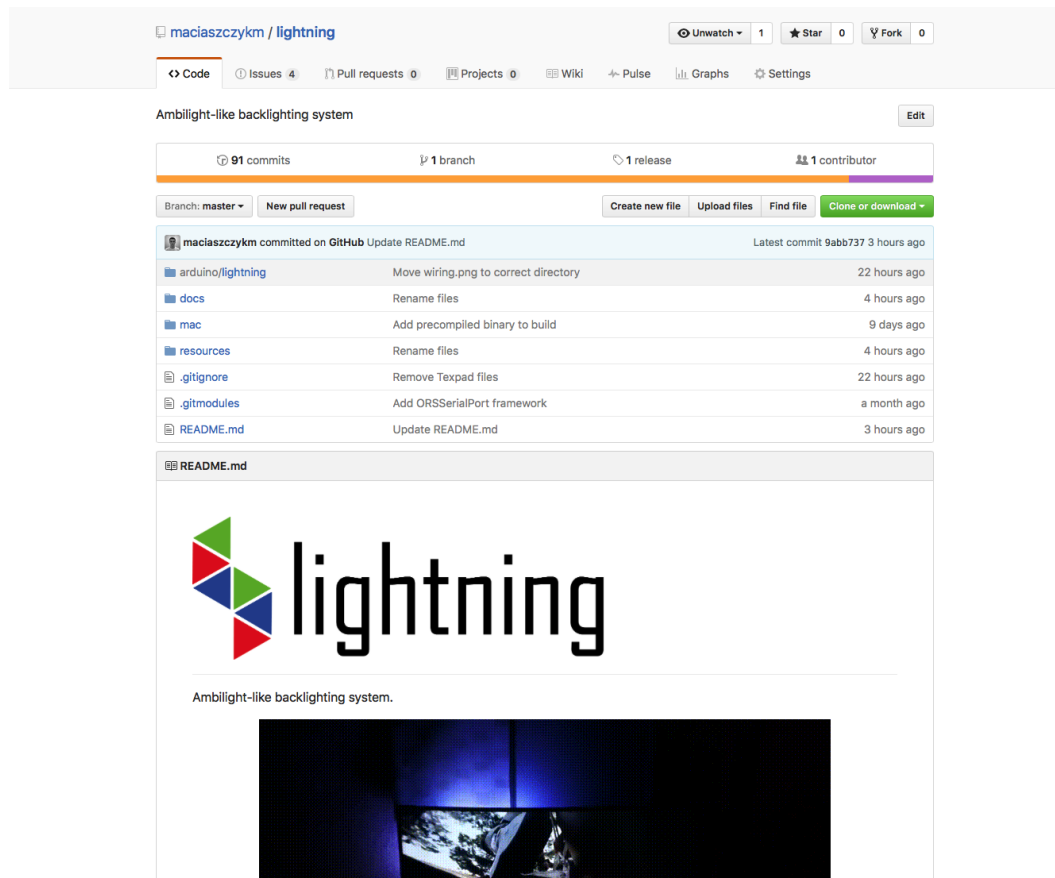
- Tryb przechwytywania w którym przechwytywany jest obraz wybranego wyświetlacza, a każda dioda świeci się w kolorze odpowiadającego jej koloru ekranu. W trybie tym użytkownik powinien mieć kontrolę nad jasnością diod a także możliwość wygładzania przejść aby uniknąć szybkich zmian kolorów.
- Tryb animacji w którym za pomocą diod system wyświetla przygotowane wcześniej animacje. Animacje zapisane są jako klasy w języku Swift. Użytkownik poza wyborem animacji ma wpływ na użyte w niej kolory oraz prędkość animacji.

Ponadto aplikacja posiada możliwość konfiguracji liczby i rozmieszczenia diod, a także wykorzystywanego portu szeregowego. Aplikacja została napisana w języku Swift, który jest przeznaczony dla komputerów z systemem macOS. Umożliwia on szybkie projektowanie interfejsów graficznych zgodnych z wyglądem systemu oraz przede wszystkim udostępnia on wszystkie podstawowe funkcje obiektowego języka programowania co jest istotne podczas projektowania aplikacji, której logika nie jest już tak prosta jak w przypadku oprogramowania mikrokontrolera.

4.4 Projekt

4.4.1 System kontroli wersji

Podczas pracy nad projektami programistycznymi często wymagana jest współpraca kilku programistów, cofanie pomyłkowo wprowadzonych zmian czy też dziennik zadań do wykonania. Wspomniane funkcjonalności udostępniają systemy kontroli wersji. Do najpopularniejszych należy Git, którego funkcjonalność darmowo udostępnia serwis GitHub, gdzie z kolei znajduje się repozytorium projektu [8].



Rysunek 4.2: Zrzut ekranu z repozytorium projektu

4.4.2 Wykorzystane technologie

Oprogramowanie mikrokontrolera zostało napisane w języku Arduino i to właśnie na tę platformę jest przeznaczone. Do jego napisania użyta została jedynie wbudowana biblioteka do obsługi portu szeregowego. Wykorzystano środowisko programistyczne Arduino [9].

Aplikacja sterująca została napisana w języku Swift, do stworzenia interfejsu graficznego wykorzystano framework¹ Cocoa. Ponadto wykorzystano bibliotekę ORSSerialPort ułatwiającą komunikację poprzez port szeregowy [10]. Wykorzystano środowisko programistyczne Xcode [11].

¹ Szkielet budowy aplikacji. Definiuje strukturę aplikacji oraz jej ogólny mechanizm działania, dostarcza zestaw komponentów i bibliotek ogólnego przeznaczenia do wykonywania określonych zadań.

4.4.3 Diagram klas

4.4.4 Wzorce projektowe

4.4.5 Interfejs użytkownika

Interfejs, w tym przypadku graficzny, należy do elementów na które użytkownicy zwracają uwagę na samym początku, dlatego też powinien być on zaprojektowany z pomysłem i umożliwiać jak najprostsze poruszanie się po aplikacji. Aplikacja posiada dwa tryby działania oraz tryb konfiguracji, dlatego też logiczny jest podział na trzy widoki przedstawione poniżej:

- a

4.5 Implementacja

4.6 Podręcznik użytkownika

4.7 Przykładowa implementacja animacji

4.8 Analiza projektu

W rozdziale 3.1 zostały zdefiniowane kryteria analizy której poddane zostały istniejące już systemy oświetlenia. Teraz biorąc pod uwagę te same kryteria zostanie przeanalizowany Lightning.



Rysunek 4.3: Logo Lightning

Koszt	316,70 zł ²
Rodzaj systemu	do samodzielnego skompletowania,
	zewnątrzny
Płynność działania	wysoka
Możliwość konfiguracji	średnia
Interfejs użytkownika	intuicyjny
Dodatkowe możliwości	tryb animacji, duża rozszerzalność
Wspierany sprzęt i oprogramowanie	komputery z systemem macOS
Licencja	kod otwartoźródłowy

Tablica 4.1: Analiza systemu oświetlenia Lightning

Do niewątpliwych zalet Lightning należy z pewnością niski koszt, otwartoźródłowy kod i łatwa rozszerzalność systemu. Użytkownicy znający podstawy programowania mogą z łatwością dopasować projekt do swoich potrzeb, nie jest to jednak konieczne ponieważ większość opcji konfiguracyjnych jest już dostępna. Ciekawym dodatkiem jest tryb animacji. Animacje można dodawać według własnych upodobań. Dodatkowo system można podłączyć do dowolnego wyświetlacza połączanego z komputerem.

Podobnie jak w przypadku wszystkich innych analizowanych rozwiązań poza technologią Philips Ambilight Lightning jest zewnętrznym systemem oświetlenia co wiąże się z koniecznością podłączenia dodatkowych urządzeń do wyświetlacza. Kolejną z wad jest przeznaczenie na komputery z systemem macOS, jest to związane z chęcią uzyskania jak najwyższej płynności działania.

4.9 Perspektywy rozwoju projektu

W celu dalszego rozwoju stworzonego systemu oświetlenia należy rozważyć wprowadzenie następujących usprawnień:

- Zaawansowana konfiguracja ułożenia diod – Obecnie diody rozmieszczane są równomiernie na górnej i bocznych krawędziach. Wprowadzenie trybu konfiguracji w którym istniałaby możliwość dopasowania każdego obszaru przechwytywania osobno byłoby znacznym usprawnieniem.

² Kwota ta mogłaby ulec znacznemu zmniejszeniu w przypadku wykorzystania dostępnych zamienników dla mikrokontrolera Arduino Uno a także taśmy diod elektroluminescencyjnych, tak jak zostało to opisane w rozdziale 4.2.

- Korekcja kolorów – Obecny stan systemu umożliwia kontrolę jasności diod oraz wygładzania przejść pomiędzy kolejnymi stanami. Wprowadzenie korekcji kolorów umożliwiłoby dopasowanie koloru diod do otoczenia, czyli na przykład czerwonej ściany za wyświetlaczem.
- Częstotliwość przechwytywania – Poza korekcją kolorów kolejnym wartościowym dodatkiem byłoby wprowadzenie ograniczenia częstotliwości przechwytywania.
- Poprawki graficzne szaty graficznej – Dodanie ikony dla aplikacji sterującej, użycie obrazka wyświetlacza trybie konfiguracji czy też wyświetlanie poglądu animacji.
- Automatyczne testy – Automatyczne budowanie i testowanie całej aplikacji przy każdej zmianie podniosłoby jakość projektu.

Rozdział 5

Podsumowanie

5.1 Dyskusja wyników

Przejsście przez kolejne fazy tworzenia oprogramowania, od postawienia wymagań, przez zaprojektowanie, zaimplementowanie aż do stworzenia dokumentacji umożliwiło stworzenie systemu oświetlenia, który stanowi konkurencyjną alternatywę dla istniejących już rozwiązań. Lightning udostępnia w pełni funkcjonalny tryb przechwytywania ekranu, tryb animacji, posiada możliwości konfiguracyjne, działa płynnie a koszt jego konstrukcji jest najmniejszy spośród wszystkich analizowanych systemów oświetlenia.

Poza osiągnięciem rezultatu w postaci gotowego systemu oświetlenia, w niniejszej pracy autorowi udało się zgromadzić użyteczne informacje dotyczące tematyki tworzenia oprogramowania przeznaczonego na mikrokontrolery, komunikacji portem szeregowym czy też zagadnieniom dotyczącym efektywnego przechwytywania obrazu.

5.2 Perspektywy rozwoju pracy

W celu dalszego rozwoju niniejszej pracy należy rozważyć przede wszystkim dalsze prace nad stworzonym systemem oświetlenia. W rozdziale 4.9 przedstawione zostały liczne możliwości rozwoju projektu, ich realizacja byłaby z pewnością sporym krokiem w przód. Podjęcie się tego zadania oznaczałoby jednak trzymanie się obecnej tematyki pracy, a przecież wykorzystanie mikrokontrolerów podłączonych do komputera nie jest jedynym możliwym rozwiązaniem.

Odejście od obecnej tematyki pracy zostałoby zapewnione poprzez stworzenie oprogramowania przeznaczonego bezpośrednio dla telewizorów. Aplikacja steru-

jąca mogłaby wtedy zostać przeniesiona na urządzenia mobilne. W tym przypadku wymagane byłoby dokładne zapoznanie się z dostępnym sprzętem i istniejącymi ograniczeniami. Z pewnością jednak takie rozwiązanie spotkałoby się z szerokim gronem odbiorców.

Rozwiązaniem pośrednim byłoby przeniesienie oprogramowania przechytującego obraz do mikrokontrolera o większej mocy obliczeniowej, na przykład Raspberry Pi. W tym przypadku sterowanie diodami jak i przechytywanie obrazu mogłoby się odbywać bezpośrednio na nim. Mikrokontroler mógłby samodzielnie odtwarzać filmy bez konieczności podłączania komputera.

Bibliografia

- [1] <http://www.wirtualnemedi.pl/artukul/coraz-dluzej-ogladamy-telewizje-najwiecej-czasu-przed-szklanym-ekranem-spedzaja-seniorzy-raport>.
Data dostępu – 15.01.2017.
- [2] <https://botland.com.pl/lancuchy-i-matryce-led/2443-lacuch-led-rgb-12-mm-ws2801-cyfrowy-adresowany-25-szt.html>.
Data dostępu – 17.01.2017.
- [3] <https://botland.com.pl/zasilacze-sieciowe-5-v/1364-zasilacz-impulsowy-5v-25a-wtyk-dc-55-21-mm.html>.
Data dostępu – 17.01.2017.
- [4] <https://botland.com.pl/szybkoszlacza/1590-wtyk-dc-55-x-21-mm-z-szybkoszlaczem.html>.
Data dostępu – 17.01.2017.
- [5] <https://botland.com.pl/arduino-moduly-glowne/1060-arduino-uno-r3.html>.
Data dostępu – 17.01.2017.
- [6] <https://botland.com.pl/przewody-usb-a-b-20/5313-przewod-usb-a-b-tracer-18m.html>.
Data dostępu – 17.01.2017.
- [7] https://cdn-learn.adafruit.com/assets/assets/000/001/484/-medium800/led_pixels_wiring-diagram.png?1396773276.
Data dostępu – 17.01.2017.
- [8] <https://github.com/maciaszczykm/lightning>.
Data dostępu – 17.01.2017.

- [9] <https://www.arduino.cc/en/main/software>.
Data dostępu – 18.01.2017.
- [10] <https://github.com/armadsen/ORSSerialPort>.
Data dostępu – 18.01.2017.
- [11] <https://developer.apple.com/xcode/>.
Data dostępu – 18.01.2017.
- [12] <http://www.cobra.fr/media/wysiwyg/logo-ambilight.jpg>.
Data dostępu – 06.02.2017.
- [13] <http://www.komputerswiat.pl/media/2016/224/4688581/003-philips-ambilight-2-sides.jpg>.
Data dostępu – 06.02.2017.

Spis rysunków

3.1	Logo Philips Ambilight	9
3.2	Telewizor z technologią Philips Ambilight	10
4.1	Schemat podłączenia komponentów systemu	14
4.2	Zrzut ekranu z repozytorium projektu	16
4.3	Logo Lightning	17

Spis tablic

3.1	Analiza technologii Philips Ambilight	10
4.1	Analiza systemu oświetlenia Lightning	18

Spis listingów