

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ ELEKTRONIKI

KIERUNEK: AUTOMATYKA I ROBOTYKA
SPECJALNOŚĆ: ROBOTYKA

PRACA DYPLOMOWA
INŻYNIERSKA

Projekt robota usługowego do zastosowań
domowych

Project of a service robot for home purposes

AUTOR:

Albert Lis

PROWADZĄCY PRACĘ:

dr inż. Mateusz Cholewiński,

Wydział Elektroniki, Katedra Cybernetyki i Robotyki

OCENA PRACY:

Spis treści

1.	Wstęp	4
1.1.	Wprowadzenie	4
1.2.	Cel i zakres pracy	4
2.	Wstęp teoretyczny	5
3.	Zalecenia dotyczące formatowania	6
3.1.	Rozmiar i układ treści na stronach dokumentu	6
3.2.	Strona tytułowa	8
3.3.	Krój i wielkość czcionek	9
3.4.	Formatowanie bloków tekstu	10
3.5.	Opisy tabel i rysunków	12
3.6.	Przypisy dolne	13
3.7.	Formatowanie spisu treści	13
3.8.	Formatowanie list wyliczeniowych i wypunktowań	13
3.9.	Wzory matematyczne	15
4.	Konstrukcja	16
4.1.	Wybór mikrokontrolera	16
4.2.	Pomiar odległości	17
5.	Wstęp teoretyczny	19
	Literatura	20
A.	Tytuł dodatku	21
B.	Opis załączonej płyty CD/DVD	22

Skróty

IoT (ang. Internet of Things)

DMA (ang. Direct Memory Acces)

ADC (ang. Analog-to-digital converter)

PLL (ang. Phase-locked loop)

API (ang. Application programming interface)

HAL (ang. Hardware Abstraction Layer)

SPL (ang. Standard Peripheral Libraries)

(ang.)

(ang.)

Rozdział 1

Wstęp

1.1. Wprowadzenie

Robotyka jest obecnie prężnie rozwijającą się dziedziną nauki. Niskie ceny mikrokontrolerów oraz duża konkurencyjność firm na rynku powodują przenikanie urządzeń robotycznych z zastosowań specjalnych do życia codziennego. Urządzenia te, mogą oszczędzać zasoby ludzkie w codziennych prostych czynnościach. Dodatkowo projekty takie jak Arduino [1] pozwalają na tworzenie tych urządzeń bez specjalistycznej wiedzy. Kolejnym czynnikiem dynamizującym popularyzację automatyzacji i robotyki jest stopniowe wprowadzanie sieci 5G [3]. Pozwoli ona na wykorzystanie potencjału IoT oraz znaczną automatyzację działania urządzeń robotycznych. W tej pracy skupiono się na budowie urządzenia wspomagającego prace sprzątające.

Na rynku istnieje wiele konstrukcji robotów sprzątających. Skupiają się one głównie na pracy jako odkurzacze. Natomiast liczba autonomicznych robotów myjących podłogi jest zdecydowanie mniejsza. Głównie są to proste roboty mopujące. Robot przedstawiony w pracy ma za zadanie wypełnić lukę między małymi i prostymi urządzeniami, a dużymi do zastosowań profesjonalnych.

1.2. Cel i zakres pracy

Celem jest zaprojektowanie, zbudowanie i zaprogramowanie autonomicznego robota myjącego podłogi do zastosowań niekomercyjnych.

Rozdział pierwszy opisuje wstęp teoretyczny

Rozdział 2

Wstęp teoretyczny

Robot mobilny - robot, który potrafi zmieniać swoje położenie w przestrzeni. Może być robotem autonomicznym, czyli takim który realizując swoje zadanie porusza się bezkolizyjnie w wyznaczonym środowisku oraz robi to bez ingerencji operatora. Roboty mobilne można podzielić na kategorie przedstawione w tabeli 5.1.

Tab. 2.1: Kategorie robotów mobilnych

Narzędzie	Wersja	Opis	Adres
MiKTeX	2.9	Zalecana jest instalacja Basic MiKTeX z dystrubucji 32 lub 64 bitowej. Brakujące pakiety będą się doinstalowywać podczas kompilacji projektu.	http://miktex.org/download
TexnicCenter	2.02	Można pobrać 32 lub 64 bitową wersję	http://www.texniccenter.org/download/
SumatraPDF	3.1.1	Można pobrać 32 lub 64 bitową wersję	http://www.sumatrapdfreader.org/download-free-pdf-viewer.html
JabRef	3.3	Można pobrać 32 lub 64 bitową wersję	http://www.fosshub.com/JabRef.html

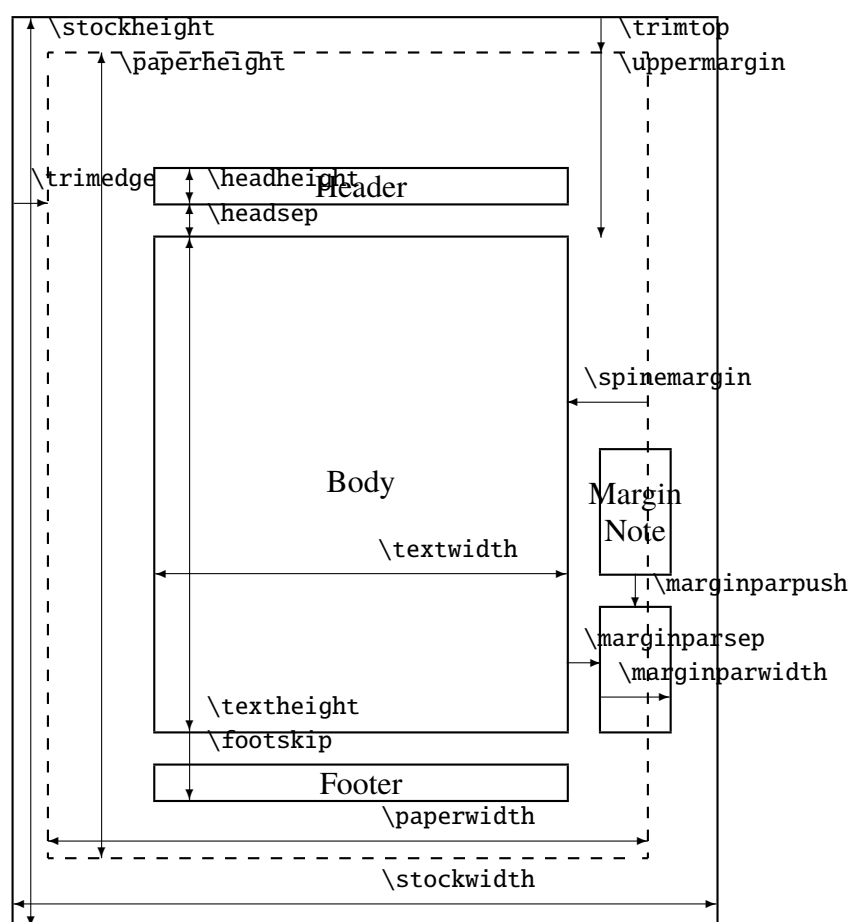
Rozdział 3

Zalecenia dotyczące formatowania

3.1. Rozmiar i układ treści na stronach dokumentu

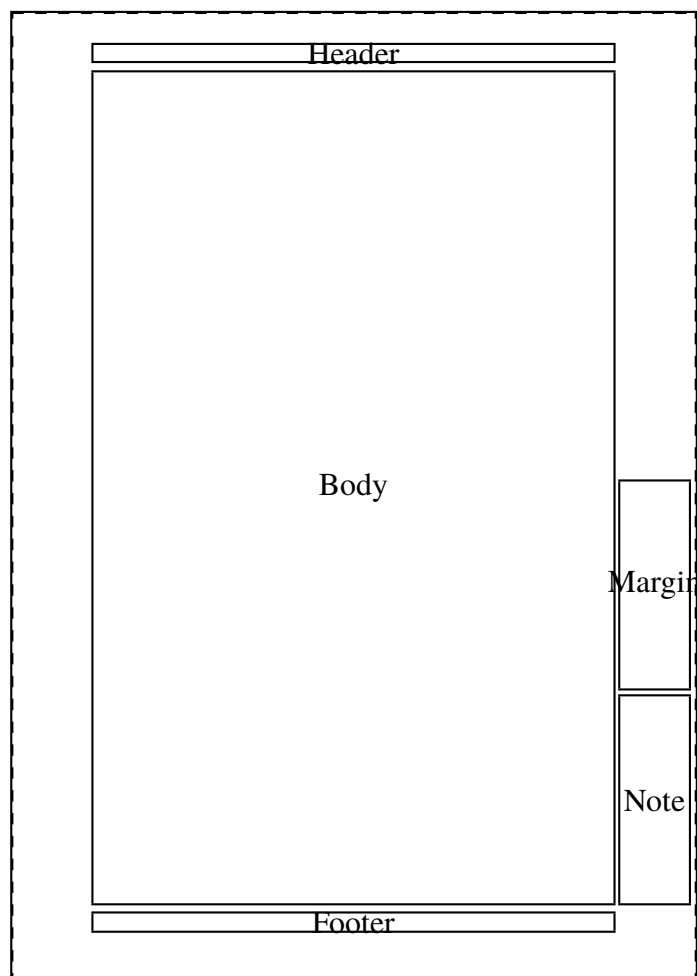
Praca dyplomowa powinna być przygotowana do wydruku na papierze formatu A4 w orientacji pionowej. Marginesy na stronach parzystych i nieparzystych powinny być jednakowe i mieć następujące wartości: lewy = 25mm, prawy = 25mm, górny = 10mm, dolny = 15mm. Wielkość marginesów w szablonie sterowana jest parametrami przedstawionymi na rysunku 3.1. Margines dolny powinien być mierzony do linii bazowej tekstu stopki.

Dashed lines represent the actual page size after trimming the stock.



Rys. 3.1: Układ strony nieparzystej dla dokumentu klasy memoir

Dashed lines represent the actual page size after trimming the stock.



Lengths are to the nearest pt.

<code>\stockheight = 845pt</code>	<code>\stockwidth = 598pt</code>
<code>\pageheight = 845pt</code>	<code>\pagewidth = 598pt</code>
<code>\textheight = 727pt</code>	<code>\textwidth = 455pt</code>
<code>\trimtop = 0pt</code>	<code>\trimedged = 0pt</code>
<code>\uppermargin = 52pt</code>	<code>\spinemargin = 71pt</code>
<code>\headheight = 14pt</code>	<code>\headsep = 10pt</code>
<code>\footskip = 24pt</code>	<code>\marginparsep = 6pt</code>
<code>\marginparpush = 7pt</code>	<code>\columnsep = 10pt</code>
<code>\columnseprule = 0.0pt</code>	

Rys. 3.2: Rzeczywisty układ strony nieparzystej w tym dokumencie

Rzeczywisty układ strony zastosowany w niniejszym dokumencie przedstawiono na rysunku 3.2. Lewy i prawy margines są takie same, więc strony parzyste i nieparzyste wyglądają podobnie, z dokładnością do umiejscowienia notatek marginesowych. Taki rezultat zapewniło zastosowanie poniższych komend.

```
\setlength{\headsep}{10pt}
\setlength{\headheight}{13.6pt}
\setlength{\footskip}{\headsep+\headheight}
\setlength{\uppermargin}{\headheight+\headsep+1cm}
\setlength{\textheight}{\paperheight-\uppermargin-\footskip-1.5cm}
\setlength{\textwidth}{\paperwidth-5cm}
\setlength{\spinemargin}{2.5cm}
```

```

\setlength{\foremargin}{2.5cm}
\setlength{\marginparsep}{2mm}
\setlength{\marginparwidth}{2.3mm}
\checkandfixthelayout[fixed]
\linespread{1}
\setlength{\parindent}{14.5pt}

```

3.2. Strona tytułowa

Według ogólnouczelnianych zaleceń (tj. logotypu Politechniki Wrocławskiej) strona tytułowa powinna być zredagowana z użyciem czcionki *garamond*. W oficjalnym wzorcu (patrz rysunek 3.3) nie rozróżniono, czy dotyczy on pracy inżynierskiej czy magisterskiej. Nie uwzględniono również miejsca na nazwę specjalności ani kierunku oraz zapomniano o nazwisku promotora, jednostce, dacie i ocenie. Za to określono (zgrubnie) położenie słów kluczowych i streszczenia. Ponieważ brakujące dane pojawiały się we wzorcach stron tytułowych stosowanych w codziennej praktyce na Wydziałach, nie wiadomo do końca, czy oficjalny szablon należy stosować w 100 procentach. Dlatego w niniejszym dokumencie zastosowano własny wzorec strony tytułowej (używany od lat) oraz podano wymagania odnośnie wzorca z logotypu uczelnianego.

nazwa wydziału

PRACA DYPLOMOWA

tytuł pracy

autor

słowa kluczowe:

1 linia
2 linia
3 linia
4 linia
5 linia

krótkie streszczenie:

1 linia
2 linia
3 linia
4 linia
5 linia
6 linia

Rys. 3.3: Oficjalny szablon strony tytułowej pracy dyplomowej, <http://www.logotyp.pwr.edu.pl/Default.aspx?page=PracaDyplomowa> [dostęp dnia 20.04.2016]

Wymagania co do wielkości znaków na stronie tytułowej są następujące:

- według uczelnianego logotypu

Nazwa jednostki organizacyjnej: Garamond 16 pt
 Napis "PRACA DYPLOMOWA INŻYNIERSKA": Garamond 32 pt
 Tytuł pracy: Garamond 16 pt
 Autor: Garamond 14 pt
 Słowa kluczowe: Garamond 12 pt
 Krótkie streszczenie: Garamond 10 pt

- według wzorca użytego w niniejszym dokumencie

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA (Garamond 22pt 24pt)
 WYDZIAŁ ELEKTRONIKI (Garamond 22pt 24pt)
 KIERUNEK: JAKIŚ KIERUNEK (Garamond 14pt 16pt)
 SPECJALNOŚĆ: JAKAŚ SPECJALNOŚĆ (Garamond 14pt 16pt)
 PRACA DYPLOMOWA (Garamond 24pt 26pt)
 INŻYNIERSKA (Garamond 24pt 26pt)
 Tytuł pracy w języku polskim (Garamond 16pt 18pt)
 Title in English (Garamond 16pt 18pt)
 AUTOR: (Garamond 16pt 18pt)
 Imię Nazwisko (Garamond 14pt 16pt)
 PROWADZĄCY PRACĘ: (Garamond 16pt 18pt)
 tytuł, Imię Nazwisko, Jednostka (Garamond 14pt 16pt)
 OCENA PRACY: (Garamond 16pt 18pt)
 WROCŁAW, 2015 (Garamond 16pt 18pt)

W szablonie zastosowano pakiet `ebgaramond`. Dostarcza on klonu czcionki `garamond`, jednak bez kształtu `slanted` i z pewnymi brakami. Na przykład zamiast literki „l” w zbiorze `EBGaramond08` `Italic` renderuje się samo „l” (braku tego nie ma zbiór `EBGaramond12`). Zaletą pakietu w porównaniu do innych jest to, że generalnie dobrze obsługiwane są w nim polskie znaki oraz że pakiet ten można znaleźć w różnych dystrybucjach `latexa` (`MikTeX` instaluje go automatycznie).

3.3. Krój i wielkość czcionek

Główny tekst pracy powinien być zredagowany z wykorzystaniem czcionki `Times`, typ normalny, o wysokości 12pt, z odstępem między liniami równym 14.5pt. Istnieje możliwość zmiany odstępu między liniami za pomocą komendy `\linespread`, jednak zaleca się pozostawienie tego odstępu jak w niniejszym dokumencie (`\linespread{1}`). Wymagania odnośnie kroju pisma pozostałych elementów (nagłówków, stopek itp.) zamieszczono w tabeli 3.1.

W szablonie zastosowano czcionkę `texgyre-termes` (dostarcza ją pakiet `tgtermes`). Czcionka ta jest klonem czcionki `Times`, w którym obsługiwane jest środkowoeuropejskie kodowanie znaków (podobnie jak w przypadku czcionki `ebgaramond`, dzięki czemu polskie literki nie są zlepkami dwóch znaków lecz pojedynczymi znakami).

Wszelkie przykłady źródeł kodu (fragmenty programów, komendy linii poleceń), nazwy plików i uruchamianych programów powinny być pisane czcionką maszynową. W szablonie czcionką maszynową jest `tlxtt`. Czcionka ta obsługuje polskie znaki. Dostarcza ją pakiet `txfonts`, który należy wcześniej zainstalować (`MikTeX` zainstaluje go automatycznie podczas pierwszej kompilacji szablonu).

Jeśli w pracy zostaną użyte otoczenia matematyczne, to w dokumencie wynikowym pojawią się dodatkowe czcionki (domyślne `latexowe` czcionki do wyrażeń matematycznych). Dzięki zastosowaniu opcji `extrafontsizes` w klasie `memoir` nie dość, że otrzymuje się większe

Tab. 3.1: Zestawienie czcionek elementów podziału dokumentu, tekstu wiodącego, nagłówka i stopki oraz podpisów (Rozm. – rozmiar czcionki, Odst. – baselineskip)

Element	Przykład	Czcionka	Rozm.	Odst.
Nr rozdziału	Rozdział 1	<code>\huge \bfseries</code>	25pt	30pt
Tytuł rozdziału	Wstęp	<code>\Huge \bfseries</code>	30pt	37pt
Nr i tytuł sekcji	1.1. Wprowadzenie	<code>\Large \bfseries</code>	17pt	22pt
Nr i tytuł podsekcji	1.1.1. Cel szczegółowy	<code>\large \bfseries</code>	14.5pt	18pt
Tytuł podpodsekcji	Założenia	<code>\normalsize \bfseries</code>	12pt	14.5pt
Tytuł paragrafu	Podstawy Opis ...	<code>\normalsize \bfseries</code>	12pt	14.5pt
Tekst wiodący	Niniejszy dokument ...	<code>\normalsize</code>	12pt	14.5pt
Nagłówek strony	3.2. Czcionka wiodąca ...	<code>\small \itshape</code>	11pt	13.6pt
Stopka strony	Imię Nazwisko: ...	<code>\small</code>	11pt	13.6pt
Podpisy tabel	Tab. 3.1: Zestawienie ...	<code>\small</code>	11pt	13.6pt
Podpisy rysunków	Rys. 3.1: Oficjalny ...	<code>\small</code>	11pt	13.6pt

czcionki (30pt), to jeszcze zamiast Computer Modern do wzorów matematycznych jest stosowana czcionka Latin Modern (wywodząca się z Computer Modern). Stąd lista wszystkich użytych czcionek może być następująca:

```
EBGaramond12-Regular
GaramondNo8-Reg-Norml
TeXGyreTermes-Regular-Normalna
TeXGyreTermes-Bold-Pogrubiona
TeXGyreTermes-Italic-Normalna
t1x11-Nomal
LMMathItalic12-Regular
LMMathSymbols10-Regular
LMMathExtension10-Regular
LMRoman8-Regular
```

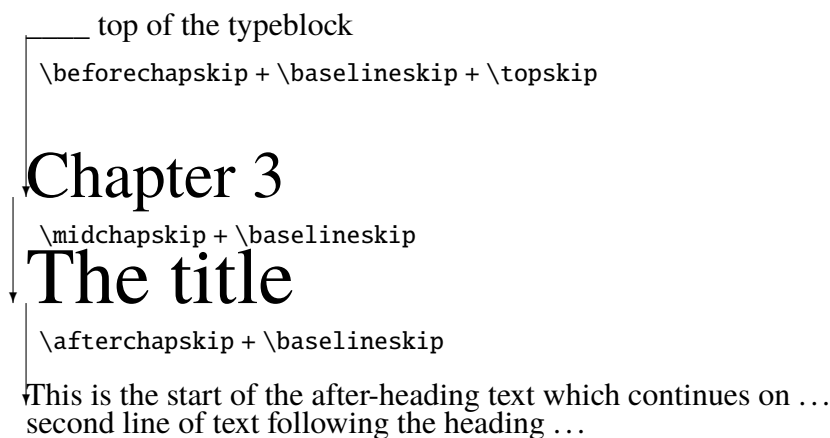
Aby wykorzystać te czcionki poza systemem LaTeX, wystarczy pobrać je spod adresów (ważnych na dzień 1.04.2016): <https://www.ctan.org/tex-archive/fonts/cm/ps-type1/bakoma/ttf/?lang=en>, <http://www.gust.org.pl/projects/e-foundry/latin-modern>, <http://www.gust.org.pl/projects/e-foundry/tex-gyre>, <https://bitbucket.org/georgd/eb-garamond/downloads>, a następnie zainstalować w systemie. Dzięki temu można będzie np. edytować rysunki używając dokładnie tej samej czcionki, co czcionka użyta w dokumencie.

3.4. Formatowanie bloków tekstu

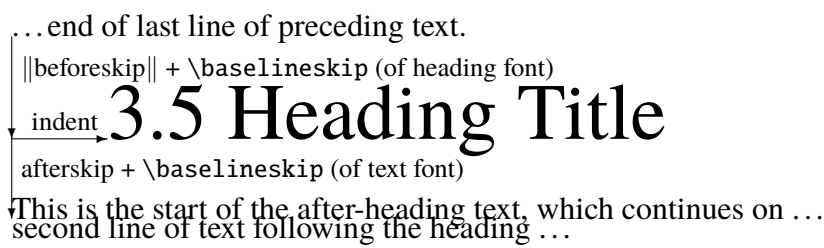
Każdy rozdział pracy powinien rozpoczynać się od nowej strony. Jej wygląd powinien być kontrolowany parametrami pokazanymi na rysunku 3.4. W niniejszym szablonie (dokument klasy memoir z opcją [12pt]) przyjęto następujące wartości tych parametrów:

- `\beforechapskip (50.0pt) + \baselineskip of \huge (30pt) + \topskip (12.0pt) = 92pt (3.246cm)`
- `\midchapskip (20.0pt) + \baselineskip of \Huge (37pt) = 57 pt (2.011cm)`
- `\afterchapskip (40.0pt) + \baselineskip of \normalsize (14.5pt) = 54.5pt (1.923cm)`

Nieco kłopotów może sprawić dobre ustawienie na stronie tytułów nienumerowanych rozdziałów oraz list generowanych automatycznie (Skróty, Spis treści, Spis rysunków, Spis tabel,



Rys. 3.4: Parametry sterujące wielkościami odstępów na stronie z tytułem rozdziału



Rys. 3.5: Kontrola ustawień odległości w tytułach kolejnych sekcji

Indeks rzeczowy). W szablonie w tym celu zdefiniowano nowy styl rozdziału komendami jak niżej (w szablonie są to komendy zamarkowane)

```
\newlength{\linespace}
\setlength{\linespace}{-\beforechapskip-\topskip+\headheight+\topsep}
\makechapterstyle{noNumbered}{%
\renewcommand\chapterheadstart{\vspace*{\linespace}}
}
```

oraz dokonano przełączenia stylów rozdziałów komendami `\chapterstyle{nonumbered}` oraz `\chapterstyle{default}` podczas dołączania do dokumentu wymienionych nienumerowanych rozdziałów i list. Aby „podnieść do góry” tytuły nienumerowanych rozdziałów (gdyby jest to rzeczywiście konieczne) wystarczy odmarkować wspomniane komendy.

Tytuły rozdziałów, sekcji, podsekcji itd. nie powinny kończyć się kropką. Odległości pomiędzy tekstem wiodącym a tytułem sekcji powinien być regulowany parametrami pokazanymi na rysunku 3.5. Rozmiar `\baselineskip` zależy od rozmiaru czcionki (zobacz tabela 3.1), zaś `before skip` i `secskip` od poziomu sekcji. W niniejszym szablonie przyjęto następujące wartości tych parametrów (są to wartości dobierane elastycznie podczas kompilacji):

- `indent` = 14.5pt
- `parskip` = 0.0pt
- `beforesecskip` = -18.08334pt plus -5.16667pt minus -1.03331pt
- `aftersecskip` = 11.88335pt plus 1.03331pt
- `beforesubsecskip` = -16.79167pt plus -5.16667pt minus -1.03331pt
- `aftersubsecskip` = 7.75pt plus 1.03331pt
- `beforesubsubsecskip` = -16.79167pt plus -5.16667pt minus -1.03331pt

- `aftersubsubsecskip` = 7.75pt plus 1.03331pt

W szablonie obowiązują również następujące wartości parametrów odpowiedzialnych za odstępy pomiędzy pływającymi figurami, tekstami oraz tekstem i figurą:

- `floatsep` = 12.0pt plus 2.0pt minus 2.0pt
- `intextsep` = 14.0pt plus 4.0pt minus 4.0pt
- `textfloatsep` = 20.0pt plus 2.0pt minus 4.0pt

Pierwsza linia pierwszego akapitu w bloku (po tytule rozdziału, sekcji, podsekcji, podpodsekcji) nie może mieć wcięcia. Pierwsze linie w kolejnych akapitach już powinny mieć wcięcie równe 14.5pt. Tekst w akapitach powinien być wyrównany z obu stron.

Strony powinny być numerowane numeracją ciągłą (sekwencja arabskich cyfr). Numery stron powinny być umieszczone w ich stopkach (tj. tak jak w niniejszym dokumencie). Wyjątkiem są tutaj pierwsze strony rozdziałów oraz strona tytułowa – na nich numery nie powinny się pojawić.

W pracy należy dbać o poprawność redakcyjną zgodnie z zaleceniami:

- nie zostawiać znaku spacji przed znakami interpunkcji („powiedziano , że ...” -> „powiedziano, że ...”),
- kropki po skrótach, które nie są jednocześnie kropkami kończącymi zdanie należy sklejać z kolejnym wyrazem znakiem tyldy, np. jak tutaj (`np.~jak tutaj`) lub wstawiać za nimi ukośnik, np. jak tutaj (`np.\ jak tutaj`)
- nie zapominać o dobrym sformatowaniu wyliczenia (należy zaczynać małymi literami lub dużymi oraz kończyć przecinkami, średnikami i kropkami – w zależności od kontekstu danego wyliczenia),
- nie zostawiać samotnych literek na końcach linii (można je „skleić” z wyrazem następnym stosując znaczek tilde, jak w~przykładzie).
- nie zostawiać pojedynczych wierszy na końcu lub początku strony (należy kontrolować „sieroty” i „wdowy”),
- nie zostawiać odstępu pomiędzy tekstem a nawiasami czy znakami cudzysłowów (znaki te powinny przylegać do tekstu, który obejmują „jak w tym przykładzie”),
- wyrazy obcojęzyczne powinny być pisane czcionką italic wraz ze skrótem oznaczającym język, w szczególności ma to zastosowanie przy rozwijaniu skrótów, np. OGC (ang. Open Geospatial Consortium),
- każdy zastosowany skrót powinien zostać rozwinięty podczas pierwszego użycia, później może już występować bez rozwinięcia (skrót i jego rozwinięcie powinny trafić również do wykazu Skrótów, jeśli taki wykaz jest dołączany do dokumentu).

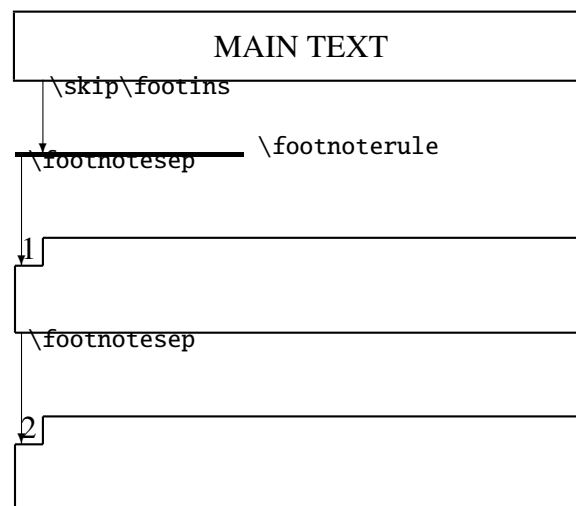
3.5. Opisy tabel i rysunków

Podpisy powinny być umieszczane pod rysunkami lub nad tabelami wraz z etykietą składającą się ze skrótu Rys. lub Tab. oraz numeru. Podpisy te nie powinny mieć końcowej kropki. Numery występujący w podpisach powinny zaczynać się numerem rozdziału, po którym następuje kolejny numer rysunku lub tabeli w obrębie rozdziału. Etykieta powinna kończyć się dwukropkiem, po którym następuje tekst podpisu. Numer rozdziału powinien być rozdzielony kropką od kolejnego numeru w rysunku bądź tabeli w rozdziale (liczniki tabel i rysunków są rozłączne). Należy pamiętać o tym, żeby w całej pracy tabele miały podobny wygląd (rodzaj czcionki, ewentualne pogrubienia w nagłówku itp.).

3.6. Przypisy dolne

Istnieje możliwość zamieszczania przypisów na dole strony, choć nie jest to zalecane (przykładowo ¹). Sposób parametryzowania ich wyglądu pokazano na rysunku 3.6. W szablonie wykorzystano następujące, domyślne wartości tych parametrów:

```
\footins = 12pt \footnotesep = 8pt
\baselineskip = 10pt note separation = 40pt
rule thickness = 0.4pt
rule length = 0.25 times the \textwidth
```



Rys. 3.6: Parametry sterujące przypisami dolnymi

3.7. Formatowanie spisu treści

W klasie memoir istnieją komendy pozwalające dość dobrze zarządzać wyglądem spisu treści. Na rysunku 3.7 pokazano, za pomocą jakich parametrów można wpływać na finalną jego postać. W szablonie wykorzystano następujące, domyślne ich wartości:

```
indent = 18pt
numwidth = 28pt
\@tocrmarg = 31pt
\@pnumwidth = 19pt
\@dotsep = 4.5
```

3.8. Formatowanie list wyliczeniowych i wypunktowań

Standardowo sposób formatowania list można parametryzować jak pokazano na rysunku 3.8. Jednak czasem trudno poradzić sobie z niektórymi rzeczami, jak np. znakami wypunktowania. Dlatego w szablonie wykorzystano pakiet `enumi`. Pozwala on na łatwe zarządzanie wyglądem list. W szablonie zastosowano następujące globalne ustawienia dla tego pakietu:

```
\usepackage{enumitem}
\setlist{noitemsep,topsep=4pt,parsep=0pt,partopsep=4pt,leftmargin=*}
\setenumerate{labelindent=0pt,itemindent=0pt,leftmargin=!,label=\arabic*..}
```

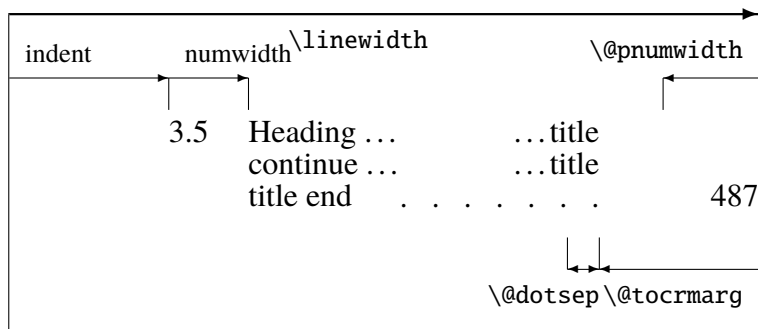
¹Tekst przypisu

```

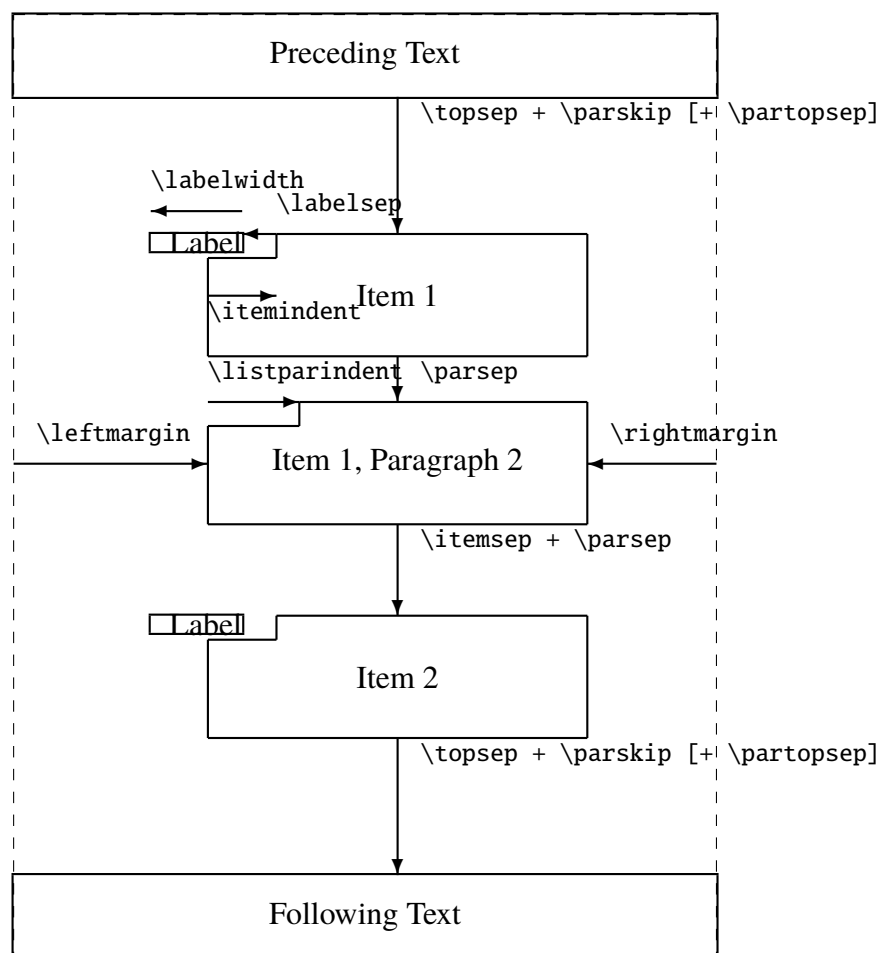
\setlistdepth{4}
\setlist[itemize,1]{label=$\bullet$}
\setlist[itemize,2]{label=\normalfont\bfseries\textendash}
\setlist[itemize,3]{label=$\ast$}
\setlist[itemize,4]{label=$\cdot$}
\renewlist{itemize}{itemize}{4}

```

W podrozdziale ?? pokazano przykład wykorzystania możliwości komend oferowanych w pakiecie enumi.



Rys. 3.7: Parametryzacja wyglądu spisu treści



Rys. 3.8: Parametryzacja list wyliczeniowych i wypunktowań

3.9. Wzory matematyczne

Wzory matematyczne, jeśli mają być osobnymi formułami, powinny być wycentrowane, z numeracją umieszczoną na końcu linii i ujętą w okrągłe nawiasy (zobacz równanie (3.1)). Numery równań powinny zawierać numer rozdziału oraz kolejny numer równania w obrębie rozdziału (podobnie jak przy numerowaniu rysunków i tabel). Spełnienie tych warunków zapewnia otoczenie `equation`. Nie wszystkie formuły trzeba numerować (nienumerowane wzory można osiągnąć stosując otoczenie `\equation*`). Właściwie należy numerować tylko te, do których tworzy się jakieś odniesienia w tekście. Jeśli wzory umieszczane są w linijce tekstu, to można zastosować otoczenie matematyczne `inline`, jak w przykładzie $\int_0^{10\nu\sum i} x dx$ (wyprodukowanym komendą `$$\int_{0}^{10\nu\sum i}{x dx}$$`). Tylko że wtedy może dojść do rozszerzenia odstępów pomiędzy liniami tekstu (aby zmieścił się wzór).

$$\int_0^{10\nu\sum i} x dx \tag{3.1}$$

Rozdział 4

Konstrukcja

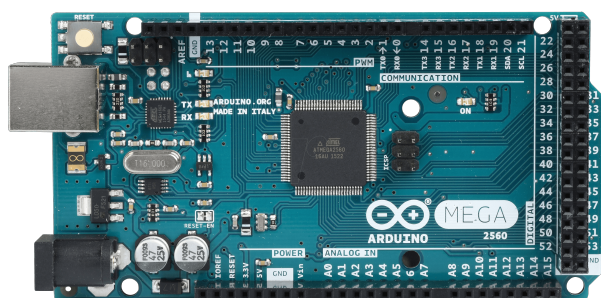
4.1. Wybór mikrokontrolera

W przypadku robota autonomicznego istotną jego częścią jest jednostka logiczna, która nim steruje. Powinna być wystarczająco wydajna aby umożliwić szybkie podejmowanie decyzji na podstawie odczytów z czujników oraz stanu wewnętrznego robota. W przypadku braku zewnętrznego sterowania przez operatora, robot sam powinien unikać kolizji oraz decydować o kierunku poruszania się.

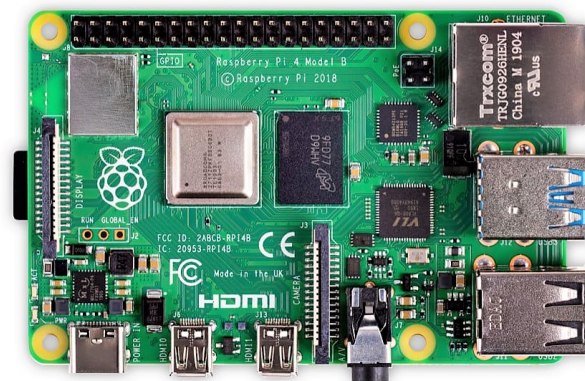
Obecnie dostępnych jest wiele rodzajów mikrokontrolerów, a konkurencyjność zapewnia niskie ceny zakupu. To sprawia, że są one w zasięgu finansowym przeciętnego człowieka. Najbardziej rozpowszechnioną platformą jest seria Arduino [1]. Posiada ona dużą ilość użytkowników i dzięki temu można łatwo uzyskać wsparcie w przypadku problemu z platformą. Przykładową gotową płytką z 8-bitowym procesorem ATmega2560 jest Arduino Mega 4.1. Posiada zegar o maksymalnej częstotliwości 16Mhz, 54 piny cyfrowe (w tym 15 PWM i 6 wspierających przerywania), 16 pinów analogowych i 6 timerów. Cena w przypadku nieoryginalnej wersji płytki wynosi około 7\$ (28zł)

Kolejnym przykładem rodziny mikrokontrolerów z dużym wsparciem użytkowników jest Raspberry Pi. Przykładową płytką jest Raspberry Pi 4 model B 4.1. Posiada 4-rdzeniowy, 64-bitowy procesor o taktowaniu GHz, od 1 do 4GB pamięci RAM oraz 40 pinów cyfrowych. Zaletą tej płytki jest jej wysoka wydajność i możliwość wgrania pełnoprawnego systemu operacyjnego. Przykładem może być system operacyjny Rasbian [4]. Jest to wersja Linuxa podobna do systemu Debian. Minusem jest cena która dla najnowszego modelu wynosi około 50\$ (200zł) natomiast dla starszej wersji około 40\$ (160zł).

a)

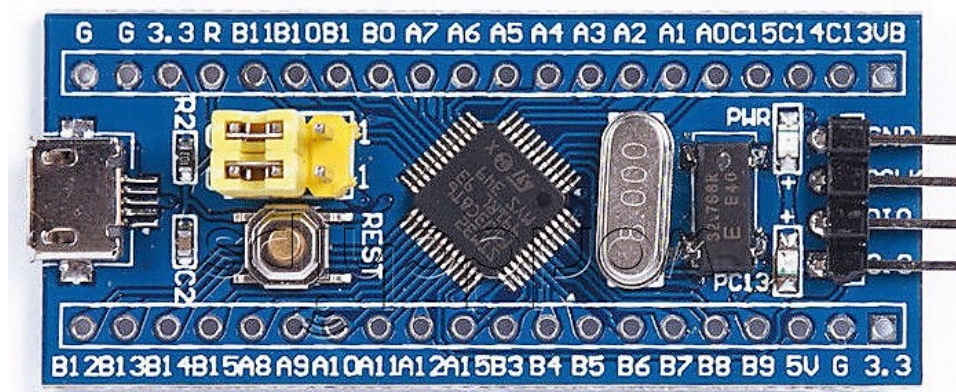


b)



Rys. 4.1: Mikrokontrolery: a) Arduino Mega, b) Raspberry Pi

Trzecią alternatywą łączącą pozytyw obu wymienionych wcześniej platform są mikrokontrolery STM32. Przykładową płytką jest STM32F103 Blue Pill 4.2. Posiada 32 konfigurowalne piny, 16 może obsługiwać zewnętrzne przerwania, 10 pinów połączonych z przetwornikiem ADC. Dodatkowo 18 może pracować z napięciem 5V (sam procesor pracuje na napięciu 3.3V) co może być przydatne zważywszy na fakt, że większa część gotowych modułów pracuje w logice 5V. Procesor wyposażony jest również w kontroler DMA, który pozwala na pomiary ADC oraz komunikację bez użycia procesora. Maksymalna nominalna częstotliwość taktowania wynosi 72MHz i dzięki pętli PLL może być łatwo konfigurowana. W przypadku niewielkiego braku mocy obliczeniowej istnieje możliwość łatwego overclockingu do 128MHz kosztem braku komunikacji przez USB. Procesor wyposażony jest także w 4 timery 16-bitowe, 4-kanalowe. Posiada także kilka możliwości wyboru API. Od wysokopoziomowego STM32duino, opartego na wspomnianym wcześniej Arduino, przez HAL oraz starsze SPL kończąc na systemie czasu rzeczywistego FreeRTOS [2]. Ogromnym plusem jest niska cena. Płytkę kosztuje około 1.5\$ (6zł).



Rys. 4.2: Mikrokontroler STM32F103 Blue Pill

Uwzględniając wskazane powyżej informacje wybrano płytkę STM32F103 Blue Pill. Zapewnia dobry bilans między ilością peryferiów i wydajnością w porównaniu do pozostałych możliwości. Dodatkowo cechuje się najniższą ceną zakupu.

4.2. Pomiar odległości

Do orientacyjnego pomiaru odległości od przeszkód został wykorzystany moduł z czujnikiem ultradźwiękowym HC-SR04 4.3. Czujnik pozwala na pomiar odległości w zakresie 2 – 400 cm z rozdzielczością 0.3 cm. W trakcie projektowania brano pod uwagę, że na pomiar wpływa również propagacja fal dźwiękowych. Dlatego uwzględniono dodatkowe czujniki wykrywające przeszkody.



Rys. 4.3: Ultradźwiękowy moduł pomiaru odległości

Aby dokonać pomiaru czujnikiem należy na wejście Trig podać stan wysoki na co najmniej 10 μ s. Moduł wysyła wtedy 8 ultradźwiękowych fal o częstotliwości 40 kHz. Po odebraniu pomiaru na pinie Echo pojawia się stan wysoki. W zależności od odległości od wykrytej przeszkody czas trwania wynosi od 150 μ s do 22 ms. Jeśli nie wykryto przeszkody, czas stanu wysokiego wynosi 38 ms. Odległość w centymetrach można obliczyć korzystając z uproszczonej zależności 4.1.

$$d = \frac{t}{58} \text{ cm} \quad (4.1)$$

gdzie t - czas stanu wysokiego na pinie Echo w μ s.

Rozdział 5

Wstęp teoretyczny

Robot mobilny - robot, który potrafi zmieniać swoje położenie w przestrzeni. Może być robotem autonomicznym, czyli takim który realizując swoje zadanie porusza się bezkolizyjnie w wyznaczonym środowisku oraz robi to bez ingerencji operatora. Roboty mobilne można podzielić na kategorie przedstawione w tabeli 5.1.

Tab. 5.1: Kategorie robotów mobilnych

Narzędzie	Wersja	Opis	Adres
MiKTeX	2.9	Zalecana jest instalacja Basic MiKTeX z dystrybucji 32 lub 64 bitowej. Brakujące pakiety będą się doinstalowywać podczas kompilacji projektu.	http://miktex.org/download
TexnicCenter	2.02	Można pobrać 32 lub 64 bitową wersję	http://www.texniccenter.org/download/
SumatraPDF	3.1.1	Można pobrać 32 lub 64 bitową wersję	http://www.sumatrapdfreader.org/download-free-pdf-viewer.html
JabRef	3.3	Można pobrać 32 lub 64 bitową wersję	http://www.fosshub.com/JabRef.html

Literatura

- [1] Arduino framework. <https://www.arduino.cc/>.
- [2] Freertos. <https://www.freertos.org>.
- [3] Strona polskiego ministerstwa cyfryzacji. <https://www.gov.pl/web/5g>.
- [4] System operacyjny raspbian. <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>.

Dodatek A

Tytuł dodatku

Zasady przyznawania stopnia naukowego doktora i doktora habilitowanego w Polsce określa ustawa z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 z 2003 r., poz. 595 (Dz. U. z 2003 r. Nr 65, poz. 595)). Poprzednie polskie uregulowania nie wymagały bezwzględnie posiadania przez kandydata tytułu zawodowego magistra lub równorzędnego (choć zasada ta zazwyczaj była przestrzegana) i zdarzały się nadzwyczajne przypadki nadawania stopnia naukowego doktora osobom bez studiów wyższych, np. słynnemu matematykowi lwowskiemu – późniejszemu profesorowi Stefanowi Banachowi.

W innych krajach również zazwyczaj do przyznania stopnia naukowego doktora potrzebny jest dyplom ukończenia uczelni wyższej, ale nie wszędzie.

Dodatek B

Opis załączonej płyty CD/DVD

Tutaj jest miejsce na zamieszczenie opisu zawartości załączonej płyty. Należy wymienić, co zawiera.