

Grupa 5

Nurse Scheduling Problem

Interim Report

Remigiusz Dąbrowski, Kamil Dębiński, Tomasz Frańczak,
Szymon Drożdż, Marcin Dyrz, Bartosz Dutka
2018-05-11

Spis treści

1.Wstęp.....	2
2.Zespół.....	2
3.Wymagania	3
4.Projekt aplikacji.....	6
4.1 Wymagania aplikacji.....	6
4.2 Przypadki użycia aplikacji.....	7
4.3 Rodzaje użytkowników aplikacji	9
4.4 Backend.....	9
4.5 GUI	10
5 Plan działania	11

1.Wstęp

Problem, którym się zajmujemy dotyczy optymalizacji harmonogramu pracy personelu medycznego w szpitalu. Przykład jest wzorowany na szpitalach Holenderskich, gdzie występują wymagania, które zostały opisane poniżej. Do zaplanowania jest 16 pielęgniarek, które są zatrudnione na różnych etatach. Harmonogram ma opisywać 5 tygodni (35 dni) pracy i ma spełnić wymagania kliniczne oraz wymogi z ustaw o godzinach pracy. Te podstawowe wymagania zawsze muszą być spełnione. Dodatkowo, wymagania miękkie nie muszą być spełnione, ale generują koszty.

Celem zadania jest uzyskanie jak najmniejszych kosztów, przy spełnieniu jak największej liczby wymagań. Jakość harmonogramu jest określona przez stopień spełnienia dodatkowych warunków.

2.Zespół

Podział obowiązków w zespole:

	<i>Rola</i>	<i>Osoba</i>
<i>Team Lider</i> <i>Prowadzenie repozytorium i stron</i> <i>Założenia funkcjonalności</i>		Tomasz Frańczak
		Remigiusz Dąbrowski
		Tomasz Frańczak Kamil Dębiński Marcin Dyrzcz Bartosz Dutka
<i>Dostarczenie funkcjonalności</i>		Bartosz Dutka Kamil Dębiński Marcin Dyrzcz
	<i>Grafika/GUI</i>	Tomasz Frańczak Szymon Drożdż
	<i>Front-end development</i>	Szymon Drożdż
<i>Back-end development</i>		Kamil Dębiński
<i>Edytor</i>		Remigiusz Dąbrowski

3. Wymagania

1. Wszystkie zmiany muszą być przypisane.

$$(\forall j \in AS/RS) \left(\sum_{i \in N} n_{ij} \geq 1 \right)$$

n_{ij} – i -ta pielęgniarka na j -tej zmianie.

N – zbiór pielęgniarek, $|N| = 16$

AS – zbiór wszystkich zmian, $|AS| = 5 \cdot 7 \cdot 5 = 175$

RS – zbiór zmian "rest shift", $|RS| = 35$

$ind(RS) = \{rs \in \mathbb{N} : rs = 5d + 4, d \in D\}$

2. Każdego dnia pielęgniarka może zacząć tylko jedną zmianę.

$$(\forall i \in N) (\forall d \in D) \left(\sum_{j \in d} n_{ij} = 1 \right)$$

$D = \{d_n, n \in \{1, \dots, 35\}\}$ – zbiór dni, $|D| = 35$

$d_k = \{s_k^{(1)}, s_k^{(2)}, s_k^{(3)}, s_k^{(4)}, s_k^{(5)}\} = \{e_k, d_k, l_k, n_k, r_k\}$

3. W zadanym okresie planowania harmonogramu pielęgniarka może mieć maksymalnie 4 nadgodziny.

a)

$$(\forall i \in N, i < 12) \left(180 \leq 8 \cdot \sum_{j \in AS \setminus RS} n_{ij} \leq 184 \right)$$

$\{k \in \mathbb{N} : k \in [180, 184] \wedge 8|k\} = \{184\}$

$\{k \in \mathbb{N} : 8 \cdot k \in [180, 184]\} = \{23\}$

$$(\forall i \in N, i < 12) \left(\sum_{j \in AS \setminus RS} n_{ij} = 23 \right)$$

b)

$$\left(100 \leq 8 \cdot \sum_{j \in AS \setminus RS} n_{12,j} \leq 104 \right)$$

$$\{k \in \mathbb{N}: 8 \cdot k \in [100, 104]\} = \{13\}$$

$$\left(\sum_{j \in AS \setminus RS} n_{12,j} = 13 \right)$$

c)

$$(\forall i \in N, i > 12) \left(160 \leq 8 \cdot \sum_{j \in AS \setminus RS} n_{ij} \leq 164 \right)$$

$$\{k \in \mathbb{N}: 8 \cdot k \in [160, 164]\} = \{20\}$$

$$(\forall i \in N, i > 12) \left(\sum_{j \in AS \setminus RS} n_{ij} = 20 \right)$$

4. Maksymalna liczba zmian nocnych wynosi 3 w ciągu 5 tygodni.

$$(\forall i \in N) \left(\sum_{j \in NS} n_{ij} \leq 3 \right)$$

$$NS - \text{zbiór zmian nocnych}$$

$$ind(NS) = \{ns \in \mathbb{N}: ns = 5d + 3, d \in D\}$$

5. Pielęgniarka musi mieć przynajmniej 2 wolne weekendy w ciągu 5 tygodni. Weekend wolny trwa 60 godzin wliczając czas od soboty 0:00 do poniedziałku 4:00.

$$(\forall i \in N) (\exists ws_1, ws_2 \in WS) \left(\sum_{j \in ws_1 \cup ws_2} n_{ij} = 0 \right)$$

Zatem za weekend uznajemy zmiany: od ns w piątek do ls w poniedziałek (włącznie) (75h) lub od ls w piątek do ds w poniedziałek (włącznie) (75h). Niech WS zbiór weekendów ws_k , ws_k natomiast zbiór wyżej wymienionych zmian w k -tym weekendzie.

6. Po serii dwóch nocnych zmian jest wymagany odpoczynek trwający co najmniej 42 godziny.

$$(\forall i \in N)(\exists j \in NS) \left[(p_{ij} + p_{i,j+5} + p_{i,j+10} \geq 2) \right. \\ \left. \Rightarrow \left(\sum_{k=j+11}^{j+16} p_{ik} = 0 \right) \right]$$

7. Podczas okresu 24 godzin jest wymagane 11 godzin odpoczynku.

$$(\forall i \in N)(\exists j \in NS) [(p_{ij} + p_{i,j+1} + p_{i,j+2} = 3) \\ \Rightarrow (p_{i,j+3} + p_{i,j+4} = 0)]$$

8. Po nocnej zmianie jest wymagany odpoczynek przynajmniej przez 14 godzin. Wyjątkiem jest to, że raz w okresie 21 dni przez 24 kolejne godziny, czas odpoczynku może być skrócony do 8 godzin.

$$(\forall i \in N)(\exists j \in NS) [(p_{ij} = 1) \Rightarrow (p_{i,j+1} + p_{i,j+2} = 0)]$$

9. Liczba kolejnych nocnych zmian wynosi maksymalnie 3.

$$(\forall i \in N)(\forall j \in NS) \left(\sum_{k=0}^2 p_{i,j+k} \leq 3 \right)$$

10. Liczba kolejnych zmian (dni roboczych) wynosi co najwyżej 6.

$$(\forall i \in N)(\forall j \in AS) \left(\sum_{k=0}^5 p_{i,j+k} \leq 6 \right)$$

4.Projekt aplikacji

4.1 Wymagania aplikacji

ID	NAZWA	OPIS	UC
W01	Import grafiku z poprzedniego tygodnia	Użytkownik może zaimportować dane przedstawiające grafik pielęgniarek z poprzedniego tygodnia.	UC01
W02	Generowanie nowego grafiku	Użytkownik może wygenerować nowy grafik dla pielęgniarek.	UC02
W03	Możliwość zapisu do pliku	Użytkownik ma możliwość zapisanie wygenerowanego grafiku do pliku tekstowego.	UC03
W04	Możliwość eksportu danych do pliku pdf.	Użytkownik ma możliwość wyeksportować dane do pliku pdf.	UC04
W05	Zamknięcie aplikacji	Możliwość zamknięcia programu.	UC05
W06	Ponowne generowanie grafiku	Możliwość ponownego wygenerowania grafiku.	UC06
W07	Możliwość utworzenie konta dla pielęgniarki oddziałowej	Możliwość utworzenia konta dla pielęgniarki oddziałowej, które będzie miało uprawnienia do administrowania generowania oraz zatwierdzania grafiku	UC07
W08	Możliwość utworzenia konta dla normalnej pielęgniarki	Użytkownik ma możliwość utworzenia sobie konta jako zwykła pielęgniarka	UC08

W09	Możliwość zalogowania	Użytkownik ma możliwość zalogowania się na wcześniej utworzone konto.	UC09
W10	Możliwość przeglądania grafiku każdej pielęgniarki z osobna (pielęgniarka oddziałowa)	Użytkownik pielęgniarka oddziałowa ma możliwość przeglądać grafiki wszystkich pielęgniarek i wprowadzać w nich zmiany.	UC10
W11	Możliwość przeglądania swojego grafiku	Każdy użytkownik ma możliwość przeglądać swój grafik.	UC11

4.2 Przypadki użycia aplikacji

ID	NAZWA	OPIS
UC01	Import grafiku z poprzedniego tygodnia	Użytkownik za pomocą odpowiedniego przycisku w aplikacji, może przejść do katalogu plików na swoim komputerze i wybierając odpowiedni plik, zaimportować do programu dane przedstawiającego grafik pielęgniarek z ostatniego tygodnia.
UC02	Generowanie nowego grafiku	Użytkownik za pomocą odpowiedniego przycisku w aplikacji, może wygenerować nowy w grafik, w oparciu o grafik z poprzedniego tygodnia.
UC03	Możliwość zapisu do pliku	Użytkownik za pomocą odpowiedniego przycisku w aplikacji, ma możliwość zapisu wygenerowanego grafiku do pliku tekstowego.

UC04	Eksport danych do pliku pdf.	Użytkownik za pomocą odpowiedniego przycisku ma możliwość wyeksportować wygenerowane dane do pliku z rozszerzeniem .pdf.
UC05	Zamknięcie programu.	Użytkownik ma możliwość zakończenia pracy z programem przy użyciu odpowiedniego przycisku.
UC06	Ponowne generowanie grafiku.	Użytkownik ma możliwość za pomocą konkretnego przycisku powtórnie wygenerować grafik.
UC07	Tworzenie konta pielęgniarki oddziałowej.	Konto tworzone w trakcie wdrażania systemu.
UC08	Tworzenie konta normalnej pielęgniarki	Konto tworzone przez pielęgniarkę oddziałową za pomocą wypełnienia odpowiedniego formularza.
UC09	Logowanie	Użytkownik wprowadza dane do wcześniej założonego konta i klika przycisk "Zaloguj się", by się zalogować.
UC10	Przeglądanie grafików wszystkich pielęgniarek	Pielęgniarka oddziałowa po wprowadzeniu swoich danych do logowania i kliknięciu przycisku "Zaloguj", automatycznie przechodzi do grafiku wszystkich pielęgniarek.
UC11	Przeglądanie swojego grafiku	Każda pielęgniarka po wprowadzeniu swoich danych do logowania i kliknięciu przycisku "Zaloguj", automatycznie przechodzi do swojego grafiku.

4.3 Rodzaje użytkowników aplikacji

NAZWA	OPIS	RODZAJ
Pielęgniarka oddziałowa	Użytkownik aplikacji, ma dostęp do wszystkich opcji.	Osoba
Zwykły użytkownik	Użytkownik aplikacji z ograniczonym dostępem do pewnych funkcji.	Osoba

4.4 Backend

Do zbudowania backend'u naszej aplikacji posłużyliśmy się sprawdzonymi bibliotekami zapewniającymi wydajność oraz prostotę programowania. Całość oparta jest na języku Java ze względu na doświadczenie zespołu w pracy z tą technologią, a także z uwagi na wysoką multiplatformowość skompilowanych programów. Pozwala to uruchamiać program na właściwie dowolnym serwerze co ułatwia wdrażanie.

Dodatkowo aplikacja wspierana jest przez:

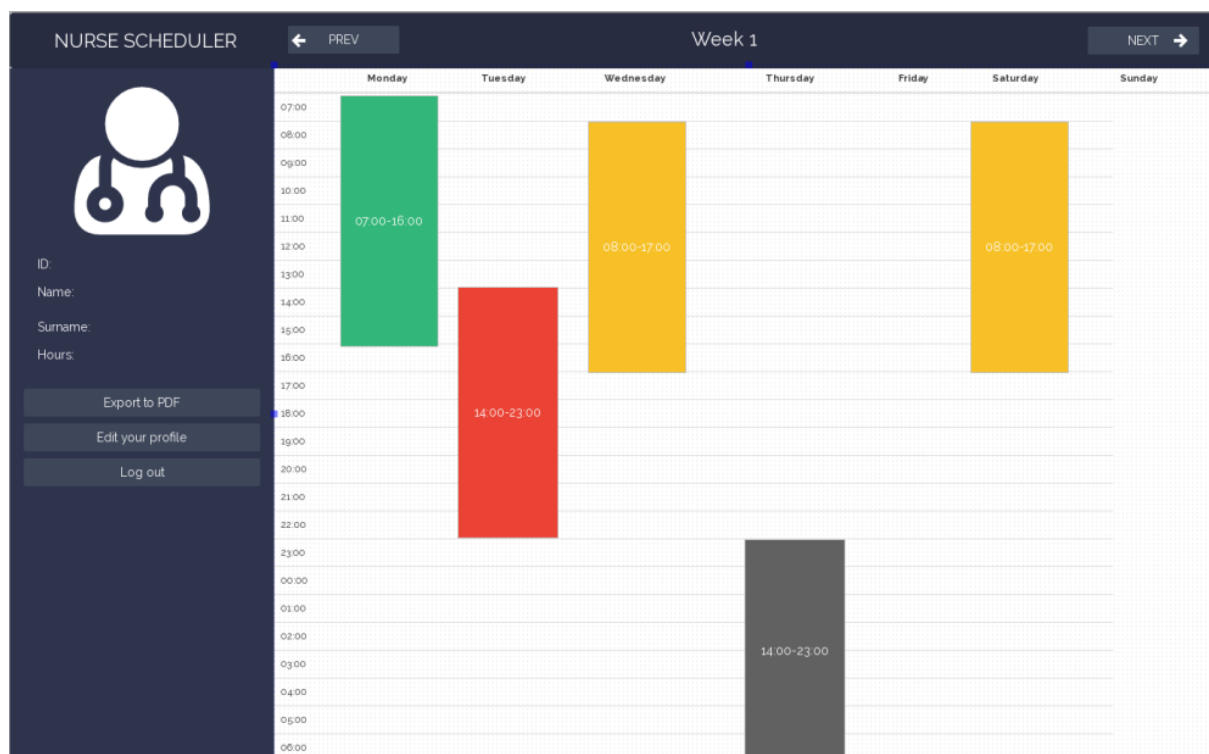
- bibliotekę Choco solver, która zajmuje się przetwarzaniem logiki problemu. To właśnie tutaj zostały zdefiniowane ograniczenia twarde i miękkie oraz następuje poszukiwanie rozwiązania. Wybór padł na właśnie takie rozwiązanie, ponieważ jest to biblioteka w całości napisana w języku Java co ułatwia połączenie z pozostałymi elementami potrzebnymi do poprawnego działania.
- framework Spring Boot, który odpowiada za komunikację z frontendem naszej aplikacji. Daje on dostęp do generowania oraz pobierania harmonogramów zmian poprzez REST API. Jest to sprawdzone rozwiązanie wykorzystywane na co dzień w wielu aplikacjach serwerowych.

4.5 GUI

Najważniejszym założeniem przy tworzeniu interface'u dla użytkownika była jego jasność i czytelność. W projekcie postawiliśmy na prostotę i minimalizm. Po lewej stronie użytkownik znajdzie podstawowe informacje o swoim koncie. Poniżej znajdują się główne funkcje aplikacji, skierowane do zalogowanego użytkownika. Jest to między innymi eksport grafiku użytkownika do pliku z rozszerzeniem pdf, a także możliwość edycji danych dotyczących konta i możliwość wylogowania się z serwisu.

W centralnej części aplikacji znajduje się harmonogram pracy dla zalogowanego użytkownika. Oprócz głównych funkcjonalności znajdujących się po lewej stronie od harmonogramu, użytkownik ma możliwość przeglądania swojego grafiku pracy, do przodu i do tyłu.

Głównym zadaniem programu jest generowanie harmonogramu, jednak z tej funkcji skorzystać może jedynie użytkownik ze specjalnymi uprawnieniami - oddziałowa. Po zalogowaniu na takie konto, do głównych funkcjonalności dołączają dwie opcje: 'pobierz stary grafik', a także 'generuj nowy grafik'. Użytkownik z tymi uprawnieniami ma także możliwość oglądu pełnego grafiku - widzi wyznaczone zmiany, wszystkich pielęgniarek.



Przykładowy wygląd harmonogramu tygodniowego dla jednej z pielęgniarek

Interfejs użytkownika jest w pełni responsywny, można z niego wygodnie korzystać z urządzenia mającego dostęp do internetu i przeglądarki internetowej.

5. Plan działania

- 1) Kontynuacja pracy nad dalszym rozwojem prototypu aplikacji.
- 2) Testy front-endu strony, w celu wyeliminowania błędów aplikacji po stronie użytkownika.
- 3) Finalizacja prezentacji produktu.