

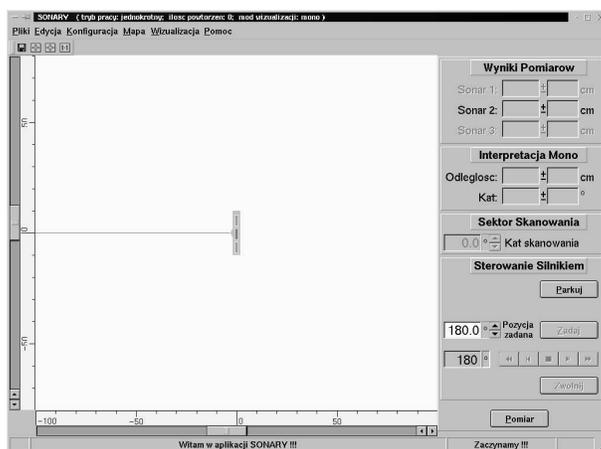
Instrukcja laboratoryjna do ćwiczenia:

Badanie własności sonarów ultradźwiękowych

Celem niniejszego ćwiczenia jest zapoznanie osób je wykonujących z podstawowymi cechami i możliwościami interpretacji pomiarów odległości za pomocą sonarów ultradźwiękowych. Służy temu zrozumienie podstawowych fizykalnych własności propagacji sygnałów ultradźwiękowych.

1 Obsługa aplikacji sonary

Aplikacja sonary zapewnia komunikację komputera PC ze sterownikiem sonarów i sterowanie jego pracą oraz interpretację i wizualizację otrzymanych wyników pomiarów. Interfejs graficzny aplikacji zawiera mapę sceny (rzut z góry), na której przedstawiony jest układ sonarów oraz wyniki pomiarów. Po prawej stronie znajduje się panel sterowania układem sonarów (patrz rys. rys. 1). W górnej jego części znajdują się okienka, w których wyświetlane są wynik bieżą-

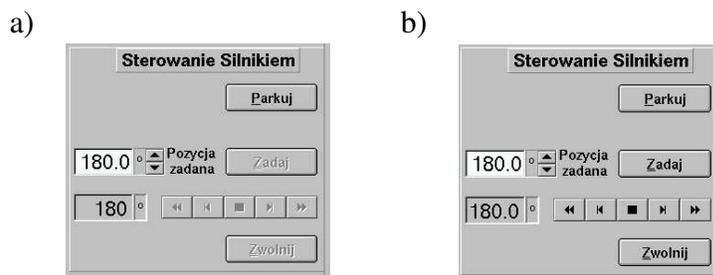


Rys. 1: Widok interfejsu graficznego aplikacji sonary.

cego pomiaru. Okienka znajdujące się w części środkowej informują o interpretacji bieżącego pomiaru. W dolnej części znajduje się panel sterowania silnikiem, który pozwala na zmianę orientacji układu sonarowego. Klawisz Pomiar w dolnej części panelu inicjuje realizację pomiaru lub serii pomiarów zgodnie z wybranym modelem pracy. Na samym dole okienka aplikacji znajduje się belka statusu. Ukazują się na niej informacje o rodzaju wykonywanego polecenia i status jego zakończenia.

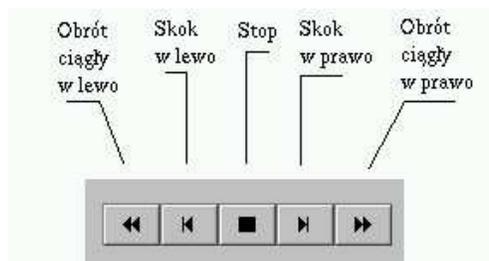
1.1 Panel sterowania silnikiem

Podstawowe znaczenie na panelu sterowania silnikiem ma przycisk Parkowanie. Przycisk ten po starcie aplikacji jest zawsze jedynym przyciskiem aktywnym na panelu sterowania (patrz rys. 2a). Jego naciśnięcie powoduje przyjęcie przez zespół sonarów orientacji wyjściowej. Sterowanie orientacją odbywa się dzięki zastosowaniu silnika krokowego. Elementarny skok wynosi $0,9^\circ$. Od momentu sprowadzenia układu sonarów do pozycji wyjściowej zadana orientacja jest utrzymywana i może być zmieniona tylko poprzez przyciski z panelu sterowania silnikiem



Rys. 2: Widok panelu sterowania silnikiem przed synchronizacją i po jej wykonaniu.

lub rozpoczęcie realizacji pomiaru. Doprowadzenie do pozycji wyjściowej powoduje również zsynchronizowanie obrazu układu sonarów na ekranie z aktualną ich pozycją oraz uaktywnienie wszystkich przycisków sterowania silnikiem na panelu sterowania (patrz rys. 2b). Zmianę



Rys. 3: Przyciski bezpośredniego sterowania silnikiem.

orientacji układu sonarowego można wykonywać poprzez przyciski bezpośredniego sterowania silnikiem (rys. 3). Naciśnięcie przycisku  lub  powoduje pojedynczy skok silnika odpowiednio w lewo lub w prawo. Przyciski obrotu ciągłego powodują realizację obrotu ciągłego odpowiednio w lewo lub w prawo. Po naciśnięciu jednego z nich wszystkie przyciski na panelu

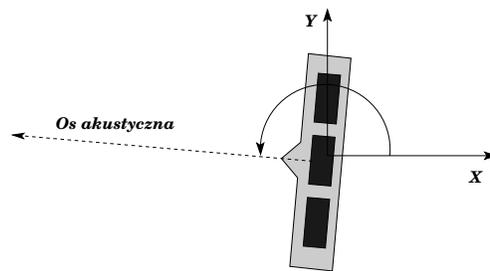


Rys. 4: Przyciski sterowania silnikiem w stanie nieaktywnym (oprócz przycisku stopu).

sterowania silnikiem stają się nieaktywne oprócz przycisku stopu (patrz rys. 4). Jego naciśnięcie lub osiągnięcie przez silnik pozycji granicznej powoduje przerwanie obrotu i ponowne uaktywnienie wszystkich przycisków.

Aktualna orientacja układu sonarowego wyświetlana jest w okienku tekstowym, które znajduje się na lewo od przycisków sterowania silnikiem. Zawartość tego okienka nie podlega edycji. Sposób miary kąta orientacji przedstawiony jest na rys. 5. Układ współrzędnych względem, którego skalowana jest wyświetlana mapa sceny, zaczepiony jest w środku układu sonarowego stanowiącego jego oś obrotu.

Orientację układu sonarowego można również zmieniać poprzez bezpośrednie zadanie konkretnego położenia. Służy do tego przycisk *Zadaj*. Ustawienie pozycji zadanej realizowane jest poprzez okienko edycyjne znajdujące się powyżej okienka wyświetlającego aktualną pozycję silnika. Jego zawartość musi być zawsze wielokrotnością pojedynczego skoku silnika i musi się mieścić w przedziale od $95,4^\circ$ do $264,6^\circ$. Po ustawieniu żądanej wartości naciśnięcie przycisku *Zadaj* powoduje natychmiastowy obrót układu sonarowego do żądanej orientacji. Jeśli wybrana jest opcja wizualizacji pozycji zadanej, to żądana pozycja jest uwidoczniiona na



Rys. 5: Sposób miary kąta orientacji układu sonarowego.

ekranie.

1.2 Sektor skanowania

Okienko edycyjne znajdujące się bezpośrednio ponad panelem sterowania silnikiem pozwala zadawać wielkość sektora skanowania (patrz rys. 6).

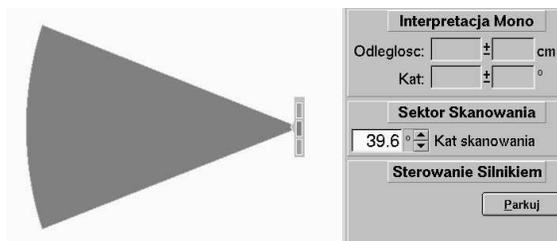
Jego wielkość ograniczona jest do $169,2^\circ$. Sektor skanowania określa zakres zmian orientacji układu sonarowego mających na celu realizację kolejnych pomiarów w obrębie danego przedziału kąтового. Sektor skanowania określany jest względem aktualnej orientacji (przed realizacją pomiaru) układu sonarowego (patrz rys. 7). Wizualizacja sektora (przedstawiona na rys. 7) może być włączona lub wyłączona w zależności od zaznaczenia, lub nie, pozycji Sektor skanowania w podmenu Wizualizacja.



Rys. 6: Panel sektora skanowania.

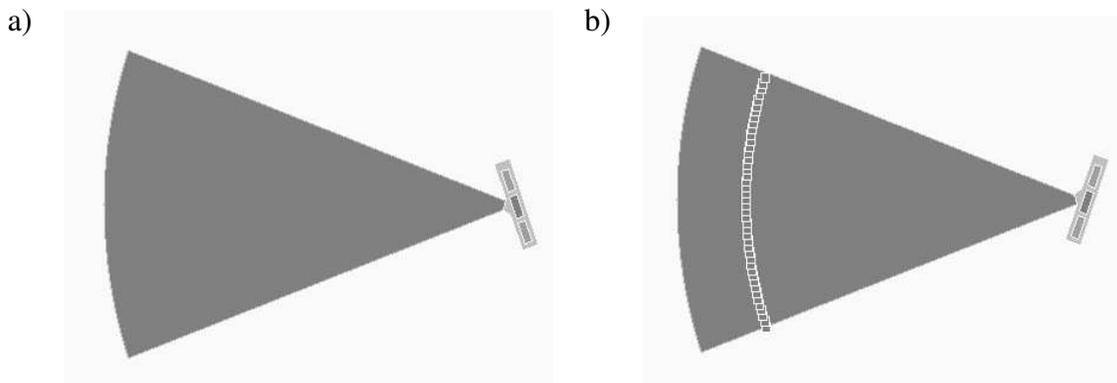
Ze względu na to, że skok zmiany orientacji układu sonarowego wynosi $0,9^\circ$, to aby zachować symetrię sektora względem aktualnego położenia układu sonarowego jego rozmiar może być tylko parzystą wielokrotnością wartości $0,9^\circ$, a więc: 0° , $1,8^\circ$, $3,6^\circ$, itd.

W momencie naciśnięcia przycisku Pomiar układ sonarowy zostaje obrócony w lewo do lewej skrajnej orientacji w obrębie danego sektora (patrz rys. 8). Od tego momentu zaczyna się realizacja kolejnych pomiarów. Po wykonaniu każdego pojedynczego pomiaru (lub serii pomiarów w przypadku włączenia opcji pomiarów wielokrotnych) orientacja układu sonarowego jest zmieniana o $0,9^\circ$ w prawo i ponownie wykonywany jest pomiar. Proces ten kontynuowany jest, aż do momentu osiągnięcia prawego brzegu sektora, po czym układ sonarowy zostaje sprowadzony do pozycji wyjściowej (tzn. sprzed momentu naciśnięcia przycisku Pomiar).



Rys. 7: Wizualizacja sektora skanowania.

W przypadku zredukowania szerokości kątowej sektora do 0° wykonywany jest tylko jeden pomiar. Dla szerokości $1,8^\circ$ zgodnie z opisaną wyżej procedurą wykonywane są trzy pomiary, dla $3,8^\circ$ pięć pomiarów, itd. Jeżeli silnik jest zwolniony, to okienko edycyjne szerokości sektora skanowania jest nieaktywne. Dalszą konsekwencją tego jest to, że przyjmuje się, iż w takim przypadku wielkość sektora skanowania wynosi zawsze 0° .

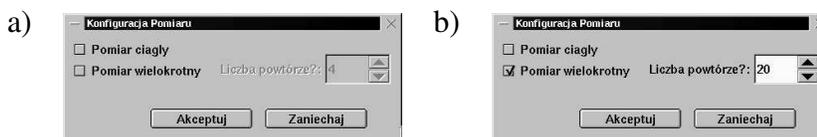


Rys. 8: Realizacja procesu skanowania: a) obrót układu sonarów do lewej skrajnej pozycji,

1.3 Wybór sposobu realizacji pomiaru

Zmiana sposobu realizacji pomiaru możliwa jest poprzez dialog dostępny z pozycji Pomiar podmenu Konfiguracja. Dostępne są trzy podstawowe warianty realizacji pomiaru:

- pomiar pojedynczy (opcje Pomiar ciągły i Pomiar wielokrotny nie są zaznaczone, patrz rys. 9a);
- pomiar pojedynczy realizowany w sposób ciągły (zaznaczona opcja Pomiar ciągły), tzn. po wykonaniu danego pomiaru jest on ponownie powtarzany, aż do momentu naciśnięcia przycisku stop na panelu sterowania silnikiem. Jeżeli wykonywane jest skanowanie danego kąta, to po jego zakończeniu następuje ponowne rozpoczęcie skanowania dla tego samego sektora;
- pomiar wielokrotny (zaznaczona opcja Pomiar wielokrotny, patrz rys. 9b) oznacza powtórzenie pojedynczego pomiaru w danym kierunku tyle razy ile jest to zadane w okienku edycyjnym po prawej stronie opcji Pomiar wielokrotny. Okienko to jest aktywne tylko wtedy, gdy zaznaczona jest opcja Pomiar wielokrotny. Najmniejsza ilość powtórzeń wynosi 4, największa zaś 100. Jako wynik pomiaru wyświetlana jest wartość średnia wszystkich pomiarów w danej serii dla tego samego kierunku. Jako błąd pomiaru wyświetlana jest natomiast największe odchylenie od wartości średniej.



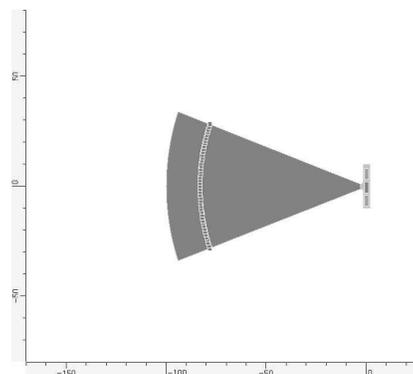
Rys. 9: Dialog wyboru sposobu realizacji pomiaru.

Oprócz wymienionych wariantów możliwy jest jeszcze wariant pomiaru w trybie ciągłym i wielokrotnym (zaznaczone jednocześnie opcje Pomiar ciągły i Pomiar wielokrotny).

Pomiar w trybie ciągłym jest przydatny przy wyznaczaniu strefy martwej. Pomiar wielokrotny zaś jest użyteczny, gdy należy oszacować błąd pomiaru.

1.4 Składowanie danych pomiarowych

Dane pomiarowe można składać bezpośrednio w postaci obrazu mapy wraz z podziałką. Jest to dostępne poprzez wybór pozycji **Zachowaj obraz mapy** w podmenu **Pliki**. Obraz składowany jest wówczas w postaci pliku w formacie JPEG (patrz rys. 10). Wspomniana wcześniej pozycja jest również bezpośrednio dostępna z listy narzędziowej poprzez ikonę . Uzyskane pomiary można składać w postaci współrzędnych uzyskanych punktów pomiarowych w trybie tekstowym poprzez wybór pozycji **Zachowaj dane mapy** z tego samego podmenu.



Rys. 10: Przykład składanej mapy.

2 Zadania do wykonania

- Wyznaczyć strefę martwą dla pomiaru wykonywanego za pomocą środkowego sonaru (tryb wizualizacji: mono).
- Wyznaczyć szerokość wiązki w obszarze której rejestrowane jest echo od danego obiektu. Pomiary przeprowadzić dla kilku odległości.

Do wyznaczenia szerokości wiązki można wykorzystać pomiar dla palika zrealizowany w dostatecznie szerokim sektorze (tzn. obejmującym obszar, w którym palik jest widoczny przez sonar i w którym przestaje być widoczny). Klikając na kwadraciki odpowiadające pomiarom można odczytać wartości pomiarów wraz z orientacją układu sonarowego, co pozwala ustalić szerokość sektora, w którym palik jest widoczny.

- Wyznaczyć dokładność pomiaru wykonywanego za pomocą pojedynczego sonaru. W celu uruchomienia obróbki statystycznej należy w menu w pozycji **“Konfiguracja -> Pomiar”** włączyć pomiar wielokrotny.
- Wykonać pomiary w celu otrzymania obrazu ultradźwiękowego pojedynczego palika. Wy tłumaczyć zaobserwowane efekty.

Porównać otrzymany obraz z obrazem otrzymanym w interpretacji wielosonarowej. Wy tłumaczyć zaobserwowane różnice.

- Wykonać pomiary w celu otrzymania obrazu ultradźwiękowego pojedynczej ścianki. Wy tłumaczyć zaobserwowane efekty.

Porównać otrzymany obraz z obrazem otrzymanym w interpretacji wielosonarowej. Wy tłumaczyć zaobserwowane różnice.

Otrzymane obrazy należy zamieścić w sprawozdaniu. Każdy z obrazów można składać do pliku (pozycja menu: **Pliki -> Zachowaj mapę**).

- Wykonać pomiary w celu otrzymania obrazu ultradźwiękowego kąta utworzonego z dwóch ścianek ustawionych pod kątem prostym.. Wytłumaczyć zaobserwowane efekty.

Porównać otrzymany obraz z obrazem otrzymanym w interpretacji wielosonarowej. Wytłumaczyć zaobserwowane różnice.

- Na podstawie wyznaczonej rozdzielczości pomiaru odległości oraz dostarczonego fragmentu programu w języku asemblera procesora HD6303Y, który jest jednostką centralną sterownika sonarów, wyznaczyć przybliżoną częstotliwość taktowania procesora. Jako przybliżoną prędkość propagacji dźwięku należy przyjąć $330 \frac{m}{s}$

```

; Cykle maszynowe ;
PETLA_NASLUCHU:
    TAB                ; 1
    ANDB      (SONAR_I) ; 4
    BEQ      PETLA_NASLUCHU ; 3

    PSHB                ; 4 ; Składowanie wyniku na nowy stos
    SBA                ; 1 ;
    LDX      (Timer1_FRC) ; 5 ;
    PSHX                ; 5 ; Składowanie czasu na stos
    BNE      PETLA_NASLUCHU ; 3

```

Uzyskane obrazy ultradźwiękowe należy składować z ekranu za pomocą opcji menu Pliki -> Składowaj obraz mapy i dołączyć je do sprawozdania.

A Kopiowanie plików na dyskietki

W przypadku, jeżeli mamy do czynienia z dyskietką zawierającą system plików systemu DOS, operacje na dyskietce możemy wykonać za pomocą poleceń z pakietu `mtools` (patrz `man mtools`). Pakiet ten zawiera takie instrukcje jak: `mdir`, `mcopy`, `mdel`. Polecenie `mdir` umożliwia wyświetlenie aktualnej zawartości dyskietki.

Przekopiowanie pliku możemy wykonać za pomocą komendy:

```
mcopy nazwa_pliku a:
```

Jeżeli chcemy przekopiować plik do podkartyki na danej dyskietce, to postać powyższej komendy ma postać:

```
mcopy nazwa_pliku a:/nazwa_podkartyki
```

Jeżeli ponadto chcemy nadać przekopiowanemu plikowi nową nazwę, to powyższa komenda powinna mieć formę:

```
mcopy nazwa_pliku a:/nazwa_podkartyki/nowa_nazwa
```

Do usuwania plików z dyskietki służy komenda `mdel`, np.:

```
mdel a:plik_do_usunięcia
```

lub

```
mdel a:/kartoteka/plik_do_usunięcia
```

Dokładny opis sposobu wywołania każdej z instrukcji można otrzymać poprzez polecenie `man`, tzn. `man mdir`, `man mcopy`, `man mdel` itd.