Politechnika Rzeszowska

Katedra Informatyki i Automatyki

Wirtualna i rozszerzona rzeczywistość

Laboratorium 06

Bliźniak cyfrowy powinien wiedzieć, kiedy nie wie

dr inż. Mateusz Pomianek

Lab 06: Bliźniak cyfrowy powinien wiedzieć, kiedy nie wie

Blok 03, część 2 z 2 · 90 minut · ROS_REPLAY · 2.0.0-draft.3

Pytanie: Czy płynny ruch robota oznacza, że jego stan jest aktualny?

Uruchomienie w Unity, krok po kroku

1. Otwórz materiały kursu. Niniejsza instrukcja znajduje się w repozytorium `MatPomGit/prz`, a scena w `Samples~/Lab06/WiRR2/Lab06_DigitalTwin.unity`. Na komputerze uczelnianym skorzystaj z **przygotowanego projektu Unity**, zamiast pobierać ponownie pliki.
2. Jeżeli przygotowujesz stanowisko samodzielnie, zainstaluj Unity Hub oraz edytor **6000.6.5f1**, zgodnie z instrukcją Windows/Ubuntu. W Unity Hub wybierz `Projects → New project → Universal 3D (URP)`, jeśli nie masz jeszcze projektu z pakietem WiRR.
3. W Unity wybierz `Window → Package Manager → + → Install package from git URL...`. Wklej `https://github.com/KIA-students/wirr.git#upm` i zatwierdź `Install`. W systemie musi działać Git. Nie instaluj ROS 2 ani WebSocket/rosbridge tylko po to, aby odtworzyć gotowy zapis.
4. Otwórz przez `Unity Hub → Projects → wybierz istniejący projekt/Add` przygotowany projekt, odczekaj na zakończenie kompilacji i sprawdź `Window → General → Console`. Błędy kompilacji zgłoś przed rozpoczęciem próby.
5. W menu Unity wybierz `WiRR → Nowe instrukcje → Materiały studenta`, w panelu `Doświadczenia WiRR` kliknij `Otwórz Lab06_DigitalTwin`. Jeżeli scena nie jest dostępna, prowadzący powinien wybrać `WiRR → Nowe instrukcje → Przygotuj osiem scen (prowadzący)`. Scena po przygotowaniu znajduje się w `Assets/WiRR/WiRR2/Lab06_DigitalTwin.unity`.
6. Kliknij `Play`, przejdź do widoku `Game` i sprawdź panel po lewej. Wybierz te same indeksy i grupę **G1/G2**, co w laboratorium 05, a następnie `Rozpocznij / wznów sesję`. W bloku 03 oba laboratoria są odrębnymi wynikami tej samej sesji.

Ścieżka na gotowym stanowisku: **Unity Hub → projekt → WiRR → Nowe instrukcje → Materiały studenta → Lab06_DigitalTwin → Play → Rozpocznij / wznów sesję**.

Co będziesz badać

JointState przypisuje położenia przegubom przez ich nazwy, nie przez przypadkową kolejność w tablicy. REPLAY odtwarza zapis; ROS_LIVE wymaga rzeczywistego źródła. STALE oznacza przekroczenie przyjętego wieku danych. Odstęp między wiadomościami i opóźnienie wykrycia STALE nie są RTT. RTT wymaga pomiaru drogi żądanie–odpowiedź.

Jedno doświadczenie, trzy działania

Zacznij od 3.0. Kolejne poziomy rozwijają to samo doświadczenie. Możesz zakończyć na osiągniętym etapie i przejść do drugiego laboratorium bloku. Pracuj solo lub w parze; w parze zamieniajcie role operatora i obserwatora.

1. Uruchom odtwarzanie danych (3.0)

Otwórz przygotowaną stację ROS_REPLAY. Sprawdź nazwę zapisu, nazwy przegubów i jednostki. Uruchom odtwarzanie. Obserwuj ruch jednego przegubu, numer kolejnej wiadomości i wiek danych. Przez całe laboratorium źródłem jest zapis; nie uruchamiaj ROS_LIVE ani serwera ROS 2.

2. Zatrzymaj dane i wyjaśnij (3.5–4.0)

Wstrzymaj dostarczanie nowych wiadomości przygotowanym przełącznikiem. Obserwuj obraz przez 5 s, następnie wznów dane. Odczytaj czas od ostatniej wiadomości do STALE i czas odzyskania (3.5). W jednym wniosku wyjaśnij, dlaczego płynne odświeżanie obrazu nie dowodzi aktualności danych (4.0). STALE jest stanem aktualności, nie innym źródłem danych.

3. Dobierz watchdog i sprawdź profil (4.5–5.0)

Zmień wyłącznie próg watchdoga. Dobierz wartość, która wykrywa przygotowaną przerwę bez ciągłych fałszywych alertów. Powtórz pauzę i wznowienie, zachowując ten sam zapis (4.5). Włącz drugi przygotowany profil przerw, bez zmiany progu. Dopisz do tego samego wniosku, kiedy twoje ustawienie zawodzi (5.0). Nie opisuj odstępów wiadomości ani czasu alertu jako RTT.

Kontrola strumienia, zegarów i watchdoga

Łańcuch danych: wiadomość zawiera pozycje przegubów i przypisane do nich nazwy (`sensor_msgs/msg/JointState` w ROS 2). Model w Unity musi mapować nazwy do odpowiednich osi. **Przygotowany ROS_REPLAY jest źródłem odtwarzanym**, nie połączeniem z rzeczywistym robotem. Stany `FRESH`/`STALE` (lub odpowiadające im etykiety interfejsu) opisują aktualność danych, nie rodzaj transportu.

1. Odczytaj **identyfikator nagrania, nazwy przegubów, jednostkę kątów i numer wiadomości**. Przy mapowaniu po nazwie zmiana kolejności pól tablicy nie powinna zmieniać przegubu. Weryfikuj kierunek ruchu i nie zakładaj, że każda wartość kątowa jest w stopniach; w typowym `JointState.position` kąt jest wyrażany w radianach, a przesunięcie w metrach.
2. Po zatrzymaniu nowych wiadomości odnotuj **czas ostatniego odebrania danych**, moment wykrycia STALE i moment odzyskania. Wiek danych licz w jednej podstawie czasu: `age = t_now - t_last`. Znacznik czasu nadawcy wolno porównywać z czasem odbiornika dopiero po określeniu ich synchronizacji; przy powtórnym odtwarzaniu i zmianie tempa źródła trzeba rozróżnić czas zapisu oraz czas dostarczenia.
3. Dla pierwszego profilu porównaj próg watchdoga z czasem wykrycia. Następnie zmień **wyłącznie próg**, powtórz zatrzymanie i wznowienie, po czym sprawdź to samo ustawienie przy drugim dostarczonym profilu przerw. Zapisz fałszywe alerty i przypadki zbyt późnego wykrycia.
4. Gdy dane są nieaktualne, wizualizacja powinna to jednoznacznie sygnalizować. Płynna interpolacja ruchu nie dowodzi aktualności stanu. Po wznowieniu nie przedstawiaj dawnego położenia jako pewnego aktualnego odczytu.

Ważne rozróżnienie: odstęp między wiadomościami (*inter-arrival*), czas wykrycia STALE i opóźnienie renderowania nie są **RTT**. Pomiar RTT wymaga osobnej wymiany żądanie–odpowiedź, której to zadanie nie wykonuje. Konfiguracja ROS-TCP, rosbridge, DDS/QoS, `tf2`, Gazebo, tryby LAN i WebSim należą do szerszych historycznych wariantów, ale **nie są warunkiem zaliczenia ROS_REPLAY**.

Diagnostyka: przy braku zmian modelu sprawdź w pierwszej kolejności, czy odtwarzanie działa, czy przyrastają numery wiadomości i czy istnieje poprawne mapowanie nazw. W próbie bez nowych danych zapisuj stan „brak/STALE„, nie zerową latencję.

Co zrobić na ocenę

Poziom	Dowód z tego samego doświadczenia
3.0	Uruchom przygotowany REPLAY i odczytaj stan
3.5	Wstrzymaj strumień i zmierz przejście STALE
4.0	Wyjaśnij różnicę płynności obrazu i aktualności danych
4.5	Dobierz watchdog/reakcję na STALE i sprawdź przywrócenie
5.0	Sprawdź drugi profil przerw przy tym samym progu i uzasadnij reakcję na STALE

Interpretację i ocenę końcową zatwierdza prowadzący.

Co sprawdzić w zapisanym wyniku

Wielkość	Jednostka	Kontrola
Odstęp wiadomości i próg STALE	ms	To inne wielkości niż RTT.
Czas od ostatniej wiadomości do alertu	ms	Porównaj z rzeczywistym progiem watchdoga.
Czas odzyskania i źródło	s / opis	Powrót do REPLAY nie oznacza przejścia do ROS_LIVE.

Warunki porównania: Ten sam zapis, mapowanie przegubów i profil przerw w porównaniu przed/po. Zmianę progu odróżnij od zmiany bufora.

Nieważna próba: Zegar źródła i odbiornika muszą mieć określoną relację. Oznacz nieznane opóźnienia jako brak danych. Nie odtwarzaj ruchu jako aktualnego po utracie źródła.

Jeden wniosek

Mimo płynnego obrazu dane były ...; strategia ... pomaga, lecz ....

Oddanie całego bloku

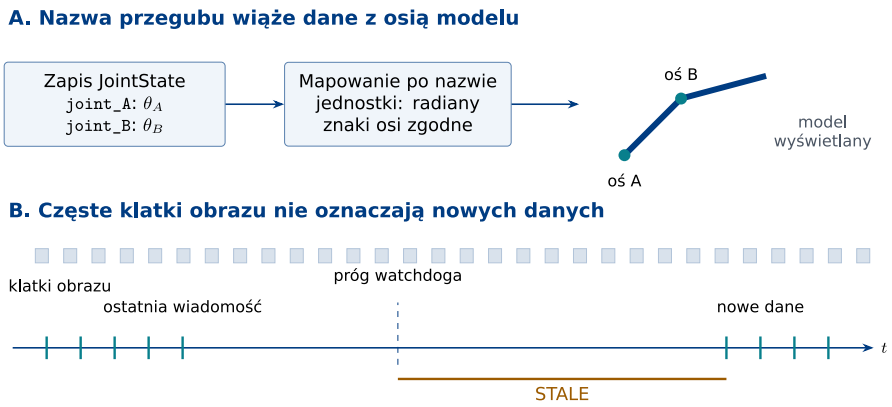
1. Blok 03: Lab 05 i Lab 06. Zachowaj dwa osobne wyniki: numer labu, indeksy, grupę G1/G2, tryb danych, próby i osiągnięty etap. Od 4.0 dopisz jeden krótki wniosek na laboratorium.
2. Po każdym laboratorium otwórz WiRR > Raporty > Formularz raportu laboratoryjnego. Sprawdź numer labu i kompletność. Kliknij „Zapisz raport lokalnie (bez logowania)„. Unity zapisze JSON i rozpocznie wysyłkę. System automatycznie przekaże zgłoszenie do KIA-students/wirr. Nie zakładaj forka, nie używaj Git ani nie wysyłaj e-maila przy poprawnej wysyłce.
3. Na końcu bloku sprawdź potwierdzenie przyjęcia przez serwer dla obu laboratoriów. Sam zapis lokalny nie oznacza oddania. Przyjęcie przez serwer oznacza oczekiwanie na automatyczne przekazanie do repozytorium, a nie zatwierdzoną ocenę. W parze wystarczą dwa wyniki ze wspólnego stanowiska z oboma indeksami.
4. Brak potwierdzenia: zachowaj pliki i użyj „Wyślij ponownie zapisany raport„. Bez Internetu ponów po odzyskaniu połączenia. Jeśli nadal się nie udaje, zgłoś błąd prowadzącemu i awaryjnie wyślij lab05.json i lab06.json w ZIP WiRR-blok-03-G1-INDEKS.zip na m.pomianek@prz.edu.pl; temat: WiRR blok 03, grupa, indeksy. Wstaw własną grupę i indeksy; w parze wysyła jedna osoba.
5. Tylko gdy nie działa także eksport JSON, uzupełnij WiRR-blok-03-raport-awaryjny.md dla obu laboratoriów i wyślij ten jeden plik zamiast ZIP na ten sam adres. Zachowaj kopię. Nie dołączaj projektu Unity, slajdów ani dodatkowego sprawozdania.

Gdy stanowisko nie działa

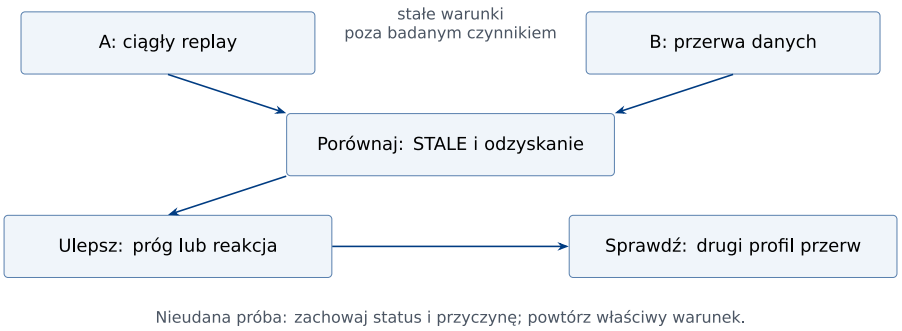
Po 5 minutach bez możliwości rozpoczęcia zgłoś prowadzącemu pierwszy błąd. Przejdź z jego pomocą do przygotowanego stanowiska desktop. Nie instaluj SDK, nie buduj APK ani nie pisz brakującego modułu. Zapisz rzeczywisty tryb i wykonane etapy; brakującej liczby nie zastępuj zerem.

Telefon i gogle nie są wymagane do żadnego progu. Nie zmieniaj komputera ani konfiguracji w trakcie porównania.

Zobacz mechanizm



Rysunek 1: Schemat pojęciowy doświadczenia



Rysunek 2: Porównanie i kontrpróba

Ilustracje pojęciowe, nie wyniki pomiarów ani zrzuty interfejsu.

Jak czytać schemat

Mapuj po nazwie: Kolejność elementów wiadomości może się zmieniać. Przypisz nazwę do właściwej osi, zachowując jednostki i znak.

Dwa zegary jakości: Częstotliwość renderowania i wiek danych są niezależne. Płynny obraz może przez dłuższy czas przedstawiać nieaktualny stan.

Właściwa metryka: Odstęp wiadomości i czas wykrycia STALE nie są RTT. Po wznowieniu replay źródłem nadal pozostaje zapis.

Załącznik A. Karta pomiarowa laboratorium 06

Wypełnij podczas doświadczenia. Kartę traktuj jako pomoc do odczytania danych; **nie zastępuje** raportu JSON wysyłanego z aplikacji WiRR. Brak pomiaru oznacz „brak danych„, nie zerem.

Data: _____ Grupa: _____ Indeks(y): _____

Tryb: _____ Stanowisko i wersja aplikacji: _____

Cel badania i zmienna niezależna: _____

Próba	Wariant / warunek	Źródło REPLAY/ ROS_LIVE	Odstęp wiadomości (ms)	Próg STALE (ms)	Czas odzyskania (s)	Ważna? i uwagi
1	A / kontrolny					
2	B / porównawczy					
3	Kontrolna / powtórzona					

Stałe warunki pomiaru (sprzęt, trasa, rozdzielczość, rozgrzewka, liczba powtórzeń):
_____

Źródło danych i jednostki: _____

Próby odrzucone i powody: _____

Wniosek odnoszący się do wartości pomiarów i ograniczeń porównania:
_____

Potwierdzenie przyjęcia raportu przez serwer: _____ Identyfikator zgłoszenia (jeśli wyświetlany): _____

Nie zapisuj w karcie kluczy API, tokenów, danych uwierzytelniających ani danych innych studentów.