

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Przetwarzanie rozproszone		Kod 1010514371010510596
Kierunek studiów Informatyka	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 4 / 7
Ścieżka obieralności/specjalność -	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: I stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) niestacjonarna	
Godziny Wykłady: 18 Ćwiczenia: - Laboratoria: 16 Projekty/seminaria: -	Liczba punktów 4	
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) (ogólnouczelniany, z innego kierunku) kierunkowy z danego kierunku		
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 4 100% 4 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: Arkadiusz Danilecki email: arkadiusz.danilecki@cs.put.poznan.pl tel. (0-61) 665-2964 Instytut Informatyki ul. Piotrowo 2, 60-965 Poznań		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Student rozpoczynający ten przedmiot powinien posiadać podstawową wiedzę w zakresie algorytmów: oceny ich poprawności i złożoności (czasowej, złożoności średniej oraz w najgorszym przypadku), znać podstawowe zasady programowania strukturalnego i/lub obiektowego. Powinien również znać podstawowe metody, techniki i narzędzia pomocne w budowie programów. Powinien posiadać także podstawową wiedzę na temat zagadnień związanych z programowaniem wielowątkowym, w szczególności znać problemy związane z wzajemnym wykluczaniem oraz zakleszczaniem procesów i wątków.
2	Umiejętności:	Powinien sprawnie posługiwać się możliwościami udostępnianymi przez system operacyjny, przy czym preferowany jest system UNIX/Linux. Powinien również posiadać umiejętność formułowania algorytmów i ich programowania z użyciem języka C lub C++. Powinien posiadać umiejętność rozwiązywania podstawowych problemów związanych z programowaniem w systemie sekwencyjnym, oraz umiejętność pozyskiwania informacji ze wskazanych źródeł, w tym także ze źródeł w języku angielskim.
3	Kompetencje społeczne	Powinien również rozumieć konieczność poszerzania swoich kompetencji oraz mieć gotowość do podjęcia współpracy w ramach zespołu. Ponadto w zakresie kompetencji społecznych student musi prezentować takie postawy jak uczciwość, odpowiedzialność, wytrwałość, ciekawość poznawcza, kreatywność, kultura osobista, szacunek dla innych ludzi.
Cel przedmiotu:		
<ol style="list-style-type: none"> Przekazanie studentom podstawowej wiedzy na temat specyfiki systemów rozproszonych i podstawowych różnic dzielących ich od systemów ściśle powiązanych, budowy systemów rozproszonych, analizy złożoności komunikacyjnej i czasowej algorytmów przy uwzględnieniu specyfiki systemów rozproszonych, analizy poprawności algorytmów rozproszonych Zaznajomienie studentów z trendami rozwoju systemów rozproszonych, podstawowymi problemami pojawiającymi się w trakcie tworzenia systemów rozproszonych i realizacji ich typowych zadań, oraz ich rozwiązaniami Umożliwienie studentom nabycia umiejętności konstrukcji aplikacji rozproszonych, posługiwania się wybranymi narzędziami służącymi do implementacji programów w rozproszonym środowisku Rozwijanie u studentów umiejętności rozwiązywania prostych problemów wymagających rozwiązań specyficznych dla systemów rozproszonych, takich jak wyznaczenie globalnego stanu spójnego Wspomaganie kształtowania u studentów umiejętności pracy zespołowej, właściwych nawyków programistycznych, takich jak dokumentowanie kodu. Kształtowanie umiejętności optymalizacji programów, poprzez dobór odpowiednich narzędzi, algorytmów i metod implementacji 		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
Wiedza:		

<p>1. ma uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie kluczowych zagadnień informatyki, oraz wiedzę szczegółową w zakresie wybranych zagadnień tej dyscypliny nauki: algorytmów przetwarzania rozproszonego i ich złożoności - [K1st_W4]</p> <p>2. ma wiedzę o istotnych kierunkach rozwoju i najważniejszych osiągnięciach osiągniętych przez badaczy zajmujących się systemami rozproszonymi: ma szczegółową wiedzę nt. algorytmiki przetwarzania rozproszonego - [K1st_W5]</p> <p>3. zna podstawowe techniki, metody oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania zadań informatycznych, głównie o charakterze inżynierskim, z zakresu kluczowych zagadnień informatyki w zakresie systemów rozproszonych - [K1st_W7]</p>
<p>Umiejętności:</p> <p>1. potrafi, formułując i rozwiązując zadania z przetwarzania rozproszonego, zastosować odpowiednio dobrane metody, w tym metody analityczne, symulacyjne lub eksperymentalne - [K1st_U4]</p> <p>2. potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania systemów i algorytmów rozproszonych i innych informatycznych rozwiązań technicznych i ocenić te rozwiązania, w tym: potrafi efektywnie uczestniczyć w inspekcji oprogramowania oraz ocenić architekturę oprogramowania z punktu widzenia wymagań pozafunkcjonalnych - [K1st_U9]</p> <p>3. potrafi zgodnie z zadaną specyfikacją zaprojektować, oraz zrealizować algorytm rozproszony, dobierając język programowania odpowiedni do danego zadania programistycznego oraz używając właściwych metod, technik i narzędzi - [K1st_U10]</p> <p>4. ma umiejętność formułowania algorytmów rozproszonych i ich implementacji z użyciem przynajmniej jednego z popularnych narzędzi - [K1st_U11]</p> <p>5. potrafi organizować, współdziałać i pracować w niewielkiej grupie w celu realizacji tematu projektu zaliczeniowego, przyjmując w niej różne role oraz potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania - [K1st_U18]</p>
<p>Kompetencje społeczne:</p> <p>1. rozumie, że w informatyce wiedza i umiejętności z zakresu przetwarzania rozproszonego bardzo szybko stają się przestarzałe - [K1st_K1]</p> <p>2. ma świadomość znaczenia wiedzy z zakresu przetwarzania rozproszonego w rozwiązywaniu problemów inżynierskich oraz zna przykłady i rozumie przyczyny wadliwie działających systemów informatycznych, które doprowadziły do poważnych strat finansowych i społecznych - [K1st_K2]</p>

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Efekty kształcenia przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

- a) w zakresie wykładów:
 - na podstawie odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach;
- b) w zakresie ćwiczeń:
 - na podstawie oceny bieżącego postępu realizacji zadań,

Ocena podsumowująca:

Sprawdzanie założonych efektów kształcenia realizowane jest przez:

- ocenę umiejętności związanych z realizacją ćwiczeń laboratoryjnych,
- ocenę sprawozdania przygotowywanego częściowo w trakcie zajęć, a częściowo po ich zakończeniu; ocenę przygotowanego przez zespoły studentów projektu w wybranym przez niego języku programowania (spośród C, C++ lub Java) wykorzystującym MPI, PVM lub inne środowisko, przy czym studenci deklarują wkład każdej osoby w realizację projektu
- ocenę i ?obronę? przez studenta sprawozdania z realizacji projektu, ocena ta obejmuje umiejętność pracy w zespole, uzasadnienie wyboru rozwiązania w zależności od jego złożoności i przydatności w określonej architekturze systemu, oraz analizę poprawności i złożoności czasowej i komunikacyjnej rozwiązania.
- ocenę wiedzy i umiejętności wykazanych na kolokwium zaliczeniowym o charakterze problemowym, obejmującego 4 pytania sprawdzające zagadnienia szczegółowo omawiane w trakcie wykładów. Wymagane jest zdobycie co najmniej 7 punktów na 12 możliwych.

Uzyskiwanie punktów dodatkowych za aktywność podczas zajęć, a szczególnie za:

- omówienia dodatkowych aspektów zagadnienia,
- efektywność zastosowania zdobytej wiedzy podczas rozwiązywania zadanego problemu,
- umiejętność współpracy w ramach zespołu praktycznie realizującego zadanie szczegółowe w laboratorium,
- uwagi związane z udoskonaleniem materiałów dydaktycznych,
- wskazywanie trudności percepcyjnych studentów umożliwiające bieżące doskonalenia procesu dydaktycznego.
- Aktywne uczestnictwo w czasie dyskusji mających na celu rozwiązanie postawionych problemów oraz ich rozwiązania

Treści programowe

W ramach wykładu student zapoznaje się z rzeczywistymi przykładami istniejących systemów rozproszonych, poznaje

najważniejsze cechy decydujące o specyfice systemów tego rodzaju, poznaje powody tworzenia tego rodzaju systemów.

W dalszej kolejności przedstawiane są podstawowe pojęcia i definicje związane z tematyką przetwarzania rozproszonego: proces rozproszony i sekwencyjny. Student poznaje model formalny procesu sekwencyjnego i procesu rozproszonego oraz pojęcia związane z wykonaniem procesu i historią wykonania. Poznaje zagadnienia związane z aktywnością procesu, o warunkach uaktywnienia, klasycznych modelach żądań. Dalej przedstawione są pojęcia i formalne definicje kanałów komunikacyjnych, predykatów opisujących stan kanału, operacji komunikacyjnych. Przedstawione są także różnice między komunikacją synchroniczną i asynchroniczną. Wykład przedstawia także różne topologie przetwarzania rozproszonego, właściwości przetwarzania rozproszonego (relacja poprzedzania, diagramy przestrzenno-czasowe, grafy stanów osiągalnych, niedeterminizm przetwarzania),

Następnie student poznaje zagadnienia związane z realizacją czasu logicznego (wirtualnego), oraz poznaje algorytmy Matterna i Lamporta realizujące mechanizmy zegarów wektorowych i skalarnych. Omawiane są także zagadnienia związane z warunkami poprawności algorytmów rozproszonych oraz z analizą złożoności czasowej i komunikacyjnej algorytmów rozproszonych.

Kolejnym zagadnieniem omawianym na wykładzie jest fundamentalne pojęcie spójnego stanu globalnego. Po wprowadzeniu podstawowych definicji (konfiguracji, konfiguracji spójnej, odcięcia i odcięcia spójnego, linii odcięcia) pokazane są możliwe zastosowania algorytmów wyznaczania stanów globalnych (m.in. przedstawione jest pojęcie predykatów globalnych). Wyjaśnione są problemy związane z wyznaczaniem stanu spójnego w systemie w pełni asynchronicznym. Wreszcie omówione są algorytmy konstruujące spójny stan globalny (m.in. algorytm Lamporta dla systemu z kanałami FIFO oraz algorytm Lai-Yanga dla systemów z kanałami non-FIFO).

W dalszej części omawiane są zagadnienia związane z niezawodnością przetwarzania. Zdefiniowane są modele awarii, wprowadzona jest abstrakcja detektora błędów i omówione są różne rodzaje detektorów błędów oraz przykładowe modele ich realizacji. Pokazane są także sposoby realizacji abstrakcji łączy niezawodnych w oparciu o zawodne fizyczne łącza komunikacyjne oraz omówione są algorytmy realizujące mechanizmy niezawodnej komunikacji grupowej, wykorzystujące detektory błędów o różnych właściwościach.

Wykład prezentuje także problematykę związaną z osiągnięciem konsensusu w systemach rozproszonych. Pokazane jest, dlaczego w ogólności nie jest możliwe wyznaczenie konsensusu w systemie w pełni asynchronicznym, w którym istnieje możliwość awarii chociaż jednego procesu. Następnie przeanalizowane są algorytmy rozwiązujące konsensus przy pewnych dodatkowych założeniach (odnośnie dostępności detektorów błędów określonych klas).

Wykład przedstawia także zagadnienia związane z wyznaczaniem zakończenia w systemach rozproszonych. Wprowadzone są definicje (m.in. zakończenia statycznego i dynamicznego) oraz przedstawione są liczne algorytmy rozwiązujące problem zakończenia dla systemów o różnych topologiach i różnych modelach przetwarzania.

Dla większości przedstawianych algorytmów analizowana jest ich poprawność oraz złożoność czasowa i komunikacyjna.

Na laboratorium studenci zapoznają się z dwoma bibliotekami służącymi do implementacji aplikacji rozproszonych: bibliotekami PVM oraz MPI. Po zapoznaniu się z narzędziami, studenci konfrontują wiadomości uzyskane na wykładzie z praktyczną implementacją algorytmów rozproszonych. Demonstrowane są skutki braku pełnej synchronizacji zegarów nawet w środowisku węzłów połączonych szybką siecią lokalną. Przedstawione są skutki braku synchronizacji między procesami w środowisku rozproszonym. Następnie studenci implementują zegary logiczne, dokonują rozproszenia prostych problemów obliczeniowych (np. łamania hasel metodą przeszukiwania wyczerpującego czy wyliczania wartości π metodą Monte Carlo). Rozwiązywany jest także wybrany klasyczny problem przetwarzania rozproszonego, np. wyznaczania spójnego stanu globalnego lub rozproszonego wzajemnego wykluczania.

Każde laboratorium składa się z przedstawienia problemu, wspólnej dyskusji w celu odnalezienia rozwiązania, a następnie implementacji. W dalszej części, w ramach uzupełnienia wykładu, przedstawione jest wprowadzenie do problemów zakleszczenia oraz wzajemnego wykluczania w kontekście systemów rozproszonych. Studenci następnie pracują w dwuosobowych zespołach. Otrzymują szczegółowe zagadnienia do rozwiązania, wraz z wskazówkami literaturowymi mogącymi pomóc im w zaprojektowaniu rozwiązania. Muszą utworzyć samodzielnie algorytm rozwiązujący rozwiązanie, lub dostosować jeden odnalezionych algorytmów. Przygotowane rozwiązanie musi zostać najpierw zaprojektowane i zaaprobowane, a dopiero po jego analizie zaimplementowane.

Część wymienionych wyżej treści programowych jest realizowana w ramach pracy własnej studenta.

Metody dydaktyczne:

1. wykład: prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań, dyskusja
2. ćwiczenia laboratoryjne: rozwiązywanie zadań, ćwiczenia praktyczne, dyskusja, praca w zespole, pokaz multimedialny

Literatura podstawowa:

1. Distributed Algorithms, N. Lynch, Morgan Kaufmann Publishers, 1996
2. Ocena stanu globalnego w systemach rozproszonych, J. Brzeziński, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, 2001
3. Ocena stanu globalnego w systemach rozproszonych, J. Brzeziński, Ośrodek Wydawnictw Naukowych, 2001
4. Programowanie równoległe i rozproszone, A. Karbowski (red.) E. Niewiadomska-Szynekiewicz (red.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2009
5. Introduction to Reliable and Secure Distributed Programming, C. Cachin, L. Rodrigues, R. Guerraoui, Springer-Verlag 2011

Literatura uzupełniająca:		
1. Distributed Algorithms and Protocols, M. Raynal, John Wiley & Sons, 1988		
2. Systemy rozproszone: podstawy i projektowanie, G. Coulouris, J. Dollimore, T. Kindberg, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, 1998		
3. Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems, A. D. Kshemkalyani, M. Singhal, Cambridge University Press, 2011		
4. Distributed Systems: An Algorithmic Approach, S. Ghosh, Chapman and Hall/CRC 2006		
5. Podstawy programowania współbieżnego i rozproszonego, M. Ben-Ari, Wydawnictwo Naukowo Techniczne, 1990		
6. Distributed computing. Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, Attiya H., Welch J. John Wiley & Sons, 2004		
Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta		
Czynność	Czas (godz.)	
1. udział w zajęciach laboratoryjnych:	16	
2. przygotowanie merytoryczne przed zajęciami laboratoryjnymi:	16	
3. udział w konsultacjach związanych z realizacją procesu kształcenia, w szczególności ćwiczeń laboratoryjnych / projektu	2	
4. realizacja projektu, przygotowanie sprawozdania	16	
5. obrona projektu (przedstawienie i omówienie propozycji rozwiązania, demonstracja działania gotowego rozwiązania, przedstawienie sprawozdania)	6	
6. udział w wykładach	18	
7. zapoznanie się ze wskazaną literaturą / materiałami dydaktycznymi (10 stron tekstu naukowego = 1 godz.), 200 stron	20	
8. przygotowanie do kolokwium zaliczeniowego z wykładów	6	
Obciążenie pracą studenta		
forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	100	4
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	36	1
Zajęcia o charakterze praktycznym	54	2