

PORADNIK PISANIA EGZAMINÓW Z PRZETWARZANIA ROZPROSZONEGO

Author: Arkadiusz D. Danilecki
Version: 1.1
Date: 25.07.2015

Wstęp

Niska zdawalność dla egzaminu z przedmiotu Przetwarzanie Rozproszone nie jest, wbrew złośliwym plotkom, niczym zamierzonym i nie sprawia radości prowadzącym. Wprost przeciwnie, jest dla nas źródłem frustracji. Studenci co roku powtarzają dokładnie te same błędy w argumentacji. W związku z tym zdecydowałem się stworzyć ten poradnik mający pomóc studentom i studentkom w otrzymaniu bardzo dobrych ocen już w pierwszym podejściu do egzaminu.

Celem poradnika nie jest oczywiście podanie gotowych ani nawet typowych pytań (choć listę przykładowych pytań podaję na końcu), ani tym bardziej nie jest tym celem podanie gotowych odpowiedzi. Celem jest raczej wyjaśnienie, w jaki sposób powinny wyglądać odpowiedzi na typowe pytania.

Zakres materiału i uwagi ogólne.

Obowiązuje całość materiału z przedmiotu Przetwarzanie Rozproszone, zarówno omówiona na wykładach, jak i dostępna tylko w materiałach dodatkowych, wspomnianych przez prowadzącego. Jest to podstawowa różnica między nauczaniem przedszkolnym lub na poziomie podstawówki, a studiami. Od studenta oczekuje się pracy samodzielnej, samodzielnego zdobywania wiedzy (pod kierownictwem prowadzących, rzecz jasna) i samodzielnego jej opracowywania. Student powinien umieć wykorzystać materiały w tak zwanym “akademickim” formacie.

W konkretnym przypadku naszego przedmiotu oznacza to tyle, że mogą się pojawić pytania ze wszystkich modułów dostępnych na “wazniaku” (wazniak.mimuw.edu.pl), także z tych, które nie były prezentowane na wykładach. Teoretycznie jest możliwe, chociaż nigdy się to dotąd nie zdarzyło, zadanie pytań z lektur podawanych przez profesora na wykładzie (oraz wypisanych na karcie ECTS). W praktyce pytania z materiałów nie omawianych na wykładach pojawiają się rzadko i możliwe, że w danym roku takich pytań nie będzie. W praktyce profesor także przypomina studentom, jaki materiał mają jeszcze samodzielnie opracować. Pytania takie częściej, ale nie zawsze, pojawiają się na kolejnych terminach lub na poprawkach. Należy jednak zawsze pamiętać, że obowiązuje teoretycznie *cały materiał z zakresu na karcie ECTS*.

Pytania z czystej teorii zadajemy na egzaminie bardzo rzadko, chociaż mogą pojawiać się na poprawce. Zakładamy, że student powinien pewne pojęcia po prostu znać,

a ich opanowanie nie może sprowadzać się do prostego wyklepania formułek. Przedmiot posiada własny zasób słownictwa (definicji, pojęć itd), którym trzeba sprawnie operować, i bez którego zrozumienie rzeczy znacznie ważniejszych jest niemożliwe. Tak więc na pierwszych terminach nie należy się spodziewać pytania typu “Podaj definicję stanu spójnego” (choć teoretycznie może się pojawić na którejś z kolejnych poprawce). Raczej pojawi się pytanie, w którym student musi udowodnić, że tą definicję rozumie, np. “Czy stan przedstawiony na rysunku jest spójny, uzasadnij odpowiedź”. Zwykle jednak pytania na kolejnych terminach są trudniejsze (bo student/ka miał więcej czasu na przygotowanie się).

W pytaniach nie dopytujemy się o szczegóły algorytmów, chyba, że były one wątkowane przez profesora na wykładzie. Nie pytamy “wyjaśnij działanie algorytmu Misry”, ale raczej “dlaczego algorytm z użyciem tokenu przechodzącego przez cykl obejmujący wszystkie kanały komunikacyjne (algorytm Misry) jest poprawny”.

Na egzaminie jest dopuszczalne, że student zapyta “o który algorytm chodzi”. Prowadzący może wtedy pokrótce przypomnieć, że np. algorytm hierarchiczny wyznaczania konsensusu to ten, w którym kolejne procesy przejmują rolę lidera. Prowadzący egzamin nigdy jednak nie przypomni całego algorytmu; zakładamy, że rzucamy kilka kluczowych słów, które u studenta powinny wywołać reakcję w stylu “aaa, to o ten algorytm chodzi”.

W praktyce najważniejsze zagadnienia i algorytmy, o które szczególnie często lubimy pytać, to wyznaczanie stanu spójnego (algorytmy Chandy-Lamporta, Lai-Yanga), wyznaczanie zakończenia (algorytm z licznikami, algorytm dla modelu synchronicznego w pierścieniu, Misra, statyczne a klasyczne a dynamiczne), rozgłaszanie (*eager* oraz *lazy broadcast*, *gossiping*), konsensus (hierarchiczne i rozgłoszeniowe algorytmy dla konsensusu podstawowego i jednolitego, transformacja do rozgłaszania zgodnego), implementacja detektorów uszkodzeń. Bardzo często wymyślamy też własne algorytmy i prosimy o ocenę ich poprawności. Formę przykładowych pytań podaję na końcu poradnika.

Jeszcze raz podkreślam, że to są zagadnienia, które pojawiają się najczęściej, a nie jedyne, a obowiązuje całość materiału. Wymieniam te powyżej tylko po to, by wskazać, że jeżeli ktoś nie umie nawet tego, to raczej nie ma co liczyć na zdanie przedmiotu.

Dygresja 1: Po co nam to wszystko?

W tym momencie studenci często się pytają: po co właściwie uczy się tego wszystkiego? To pytanie pojawia się zarówno przed egzaminem, jak i podczas oglądania prac. Oczywiście nie mogę udzielić odpowiedzi oficjalnej, mogę jedynie podzielić się własną prywatną opinią na ten temat. Po pierwsze, wszystkie lub prawie wszystkie systemy w przyszłości będą rozproszone. Zrozumienie pewnej specyfiki tych systemów i podstawowych pojęć jest więc niezbędne dla każdego programisty, albo osoby, która będzie kiedyś z programistami pracowała (żeby zrozumieć, o co tamtym chodzi). Potrzebne jest także dla administratorów, żeby wiedzieć, co właściwie oznaczają niektóre pojęcia pojawiające się w dokumentacji. Po drugie, przygotowuje studenta do przyszłej pracy, w której często dostajemy tysiąc stron dokumentacji do przeczytania (jeżeli myślicie, że materiały z PRów są trudne do zrozumienia, weźcie poczytajcie sobie kiedyś polskie tłumaczenie dokumentacji SAPa). Po trzecie, stanowi oczywiście to sygnał dla przyszłego pracodawcy, że skoro student przetrwał pięć lat na politechnice, to zapewne potrafi samodzielnie wyszukiwać i przyswajać sobie wiedzę, oraz czytać

materiały w formacie nieco trudniejszym od "BASIC dla opornych".

Jak nie odpowiadamy na pytania

Dobrze więc - zamiast iść na dyskotekę i żłopać browary, cały rok uczyliśmy się i jesteśmy dobrze przygotowani. Siadamy więc na egzaminie i dostajemy pytanie "Dlaczego algorytm Chandy-Lamporta wyznacza stan spójny w systemie z kanałami FIFO?" Jak powinna wyglądać odpowiedź? A może zacznijmy od czegoś innego: jak wyglądać nie powinna?

A. Nie pisz głupot - Pisz na temat

Zasada numer jeden: pisz na temat. Jeżeli pytanie brzmi: "dlaczego algorytm Chandy-Lamporta wyznacza stan spójny w systemie z kanałami FIFO", to nie pisz, że istnieje także algorytm Lai-Yanga działający dla kanałów non-FIFO. Wszystko, co nie jest na temat, zostanie przekreślone. Co więcej, za coś, co jest nie na temat, możesz dostać punkty ujemne. Jeżeli dla naszego przykładowego pytania poczujesz wewnętrzną potrzebę podzielenia się spostrzeżeniami, że algorytm Chandy-Lamporta zadziała też dla przypadku, w którym kanały komunikacyjne nie są FIFO, dostaniesz punkty ujemne. Nie dość, że napisałbyś coś kompletnie nie na temat, to jeszcze na dodatek ujawniłbyś w ten sposób, że nie wiesz czegoś, co powinieneś wiedzieć.

Pamiętaj -- student powinien znać całość materiału, a my na egzaminie siłą rzeczy możemy tylko losowo i wrywkowo przepytac z kilku zagadnień. Jeżeli więc student z własnej woli pokazuje, że czegoś nie wie (choć wiedzieć powinien), to jest oczywiste, że z tej okazji skorzystamy, by mu obniżyć punktację.

Niektóre rzeczy można napisać (a jeżeli **mamy dużo czasu**, nawet *powinno* się je napisać), ale można też się spodziewać, że nie dostanie się za nie punktów. Na przykład, dla naszego przykładowego pytania nie dostaniesz punktów za samo opisanie algorytmu Chandy-Lamporta, choćbyś dodali do tego kolorowe rysunki. Nie dostaniesz punktów za opisanie, co to jest stan spójny. Niemniej jednak można to napisać w sytuacji, kiedy nie mamy nic innego do napisania, ponieważ... *nigdy nie powinieneś oddawać kompletnie czystej kartki*.

B. Nie oddawaj czystej kartki

Ta porada jest kontrowersyjna **Niektórzy z moich kolegów i koleżanek wołają jednak puste kartki i zarzekają się, że nigdy nikomu nie podwyższą nawet o pół punkta w wypadkach opisanych niżej**

Jeżeli oddasz czystą kartkę, masz zero. Oczywiście, jeżeli napiszesz na całą stronę, ale nie na temat, też otrzymasz zero punktów -- ale w kilku przypadkach możemy uczynić wyjątki. **Po pierwsze**, zdarza się, że poprawnych odpowiedzi jest tak mało, że z czystej rozpaczy ja osobiście zaczynam wyszukiwać "czegokolwiek" w odpowiedziach, żeby za to stawiać punkty. **Po drugie**, jeżeli studentowi brakuje pół punkta do zaliczenia, wtedy - znowu, dotyczy to tylko mnie osobiście, inni sprawdzający tego nie uwzględniają! - uwzględnić to, że student coś wie. *Uwaga*: to nie znaczy, że tak zrobimy. Za opis algorytmu Chandy-Lamporta oraz definicję stanu spójnego (dla naszego przykładowego pytania) standardowo należy się ZERO punktów, ponieważ nie o to się pytaliśmy. Jeżeli brakuje wam dwóch punktów i macie nadzieję, że zbieracie po pół punkta z każdego zadania, boć w każdym napisaliście coś poprawnego, chociaż nie

na temat -- dajcie sobie spokój, nie zbieracie. Natomiast jeżeli macie trzy zadania zrobione w miarę dobrze i brakuje wam już tylko pół punkta, to wtedy ewentualnie, w drodze wyjątku, mogą te pół punkta dołożyć -- a przynajmniej się nie zdenerwuję, że ktoś te pół punkta chce. I wreszcie, co może najważniejsze -- nawet jeżeli nie dostaniecie pół punkta, to robicie nieco lepsze wrażenie, bo pokazujecie, że jednak czegoś się nauczyliście. Dobre wrażenie oznacza, że w czasie późniejszego wglądu do prac mogą być bardziej skłonny dać pół punkta gdzieś indziej, za inne zadania.

Należy jednak pamiętać, że zasada "A" wciąż obowiązuje. Piszemy na temat i standardowo nie ma punktów za rzeczy nie stanowiące odpowiedzi. Po prostu w dwóch przypadkach: (a) jeżeli mamy dużo czasu i (b) nie chcemy oddać czystej kartki, spokojnie możemy dopisać coś ponad standardową odpowiedź. Pamiętamy jednak, że powinniśmy nawet wtedy pisać tylko rzeczy, które są związane z odpowiedzią. Czyli, w naszym przykładzie, definicja stanu spójnego oraz opis algorytmu są "ok"; ale pisanie wszystkiego, co nam przyjdzie do głowy, nie jest "ok". Czyli, dopisanie zdania "oprócz Chandy-Lamporta jest też algorytm Lai-Yanga, który działa następująco... (tu elaborat na pół strony)" nigdy, w żadnej sytuacji, nie da nam nawet ćwiartki punktu, oraz dodatkowo sprawdzającego zirytuje (bo nie ma nic gorszego, niż czytanie o północy głupot nie na temat, gdy do poprawienia zostało jeszcze setka prac).

C. Nie pisz oczywistości

Nie definiujemy pojęć oczywistych. W naszym przykładzie nie definiujemy, co to jest kanał komunikacyjny, ani co to jest FIFO. Nigdy, w żadnej sytuacji, nie dostaniemy za to punktów, tak samo, jak w zadaniu z matematyki nie dostalibyśmy punktów za definicję całki w pytaniu "wylicz następujące całki...".

D. Nie zakładaj, że prowadzący jest telepatą.

Sprawdzający nie wie, co student ma na myśli. Sprawdzający patrzy na kartkę i musi stwierdzić, czy coś, co *powinno być* oczywiste, faktycznie dla studenta *jest* oczywiste. Czyli nie piszemy "spójność stanu wynika wprost z tego, że wiadomość kontrolna jest wysyłana kanałami FIFO" Jest to prawda, ale to nie jest odpowiedź na pytanie. Piszemy "... co oznacza, że wiadomości wysłane po wiadomości kontrolnej nie dotrą do odbiorcy przed nią, a więc ..." i kontynuujemy dowód. Unikamy więc ogólników i wieloznaczności, a staramy się pisać ściśle.

Prowadzi to nas do drugiej, dość w gruncie rzeczy podobnej zasady: *nie powtarzamy pytania w odpowiedzi.*

E. Nie powtarzaj pytania.

Odpowiedzią na nasze przykładowe pytanie ("Dlaczego algorytm Chandy-Lamporta wyznacza stan spójny w systemie z kanałami FIFO?") nie jest "Spójność stanu wynika wprost z budowy algorytmu oraz tego, że kanały są FIFO". To jest powtórzenie pytania, ponieważ pytanie można przeformułować jako "Dlaczego z budowy algorytmu oraz z tego, że kanały są FIFO wynika, że wyznaczony stan jest spójny?". Znowu, to może być dla nas oczywiste, ale pamiętamy poprzednią zasadę (prowadzący nie jest telepatą). Należy napisać, *w jaki sposób* kanały FIFO prowadzą do wyznaczenia spójnego stanu.

F. Nie przecz samemu sobie

Jeżeli napiszemy dwa wzajemnie wykluczające się logicznie zdania, to otrzymamy zero punktów, nawet jeżeli jedno z nich jest prawdziwe. Co więcej, możemy za to dostać punkty ujemne. Punkty ujemne możemy zawsze dostać za napisanie piramidalnej bzdury.

Nie odwołujemy się do autorytetów

Jeżeli pytanie brzmi “udowodnij”, to nie piszemy, że “algorytm ten to algorytm Chandy-Lamporta, a więc jest poprawny”. Nie piszemy, że “na wykładzie udowodniliśmy poprawność tego algorytmu”. W odpowiedzi musimy pokazać, że to **my** potrafimy przeprowadzić poprawne rozumowanie.

Jak powinna wyglądać odpowiedź

Zawsze uzasadniamy

Odpowiedzi powinniśmy uzasadniać. Jeżeli pytanie brzmi “podaj złożoność komunikacyjną pakietową” to nie piszemy “ $3n$ ”. Uzasadniamy, że np. najpierw nadawca wysłał wiadomość do wszystkich, na co odbiorcy wysyłają też wiadomość do nadawcy, co potem jest potwierdzane przez nadawcę, a procesów jest “ n ”, a więc odpowiedź brzmi “ $3n$ ”. Dla złożoności czasowej dobrze jest napisać (choć nie jest to wymagane), że zakładamy jednostkowy czas przesyłania wiadomości oraz pomijalny czas przetwarzania lokalnego.

Tak samo, jeżeli pytanie brzmi “Czy algorytm Chandy-Lamporta wyznaczy konfigurację spójną dla środowiska z kanałami FIFO” nie powinniśmy napisać “TAK” i zadowoleni oddać kartkę.

Teoretycznie można otrzymać większą ilość punktów za dobrze przeprowadzone uzasadnienie błędnego wyniku, niż za sam dobry wynik bez uzasadnienia.

Piszemy czytelnie

Nie mażemy. Nie dajemy przypisów i strzałek (już widziałem prace, w których odpowiedź wyglądała, jak drzewko decyzyjne). Utrudnia to sprawdzanie i zwiększa prawdopodobieństwo, że sprawdzający nie zauważy jakiegoś przypisu albo strzałeczki i da zero punktów za poprawną odpowiedź. Jeżeli rysujemy, niech rysunki będą w miarę duże i nie pomazane.

Dopuszczalny jest dowód przez pokazanie przykładu

Jeżeli pytanie brzmi “dowiedź, że algorytm X nie wyznacza stanu spójnego” można pokazać konkretny przykład, w którym ten algorytm nie wyznaczy stanu spójnego. Przykład może być w formie rysunku, lub opisu kolejnych wykonywanych kroków.

Uwaga pokazanie konkretnego przykładu, że coś **nie działa** wystarczyć może tylko dla udowodnienia, że algorytm jest niepoprawny. Pokazania przykładu, że coś **działa** nie wystarczy i nie może nigdy wystarczyć dla udowodnienia, że algorytm jest poprawny - w takim wypadku przykład może być oceniony na zero punktów.

Zapisujemy wątpliwości do pytań

Jeżeli mamy wątpliwości do pytania, możemy, a nawet powinniśmy poprosić w czasie egzaminu o wyjaśnienia. Tak czy inaczej powinniśmy wtedy zapisać “zakładam, że...” albo “pilnujący egzamin powiedział, że należy pytanie rozumieć...”. Nawet jeżeli dostaniemy zero punktów, może to być kluczowe podczas wglądu do prac, gdy będziemy dyskutować na temat słuszności przyznanej oceny. Jeżeli robimy jakieś założenie, zapisujemy to założenie na kartce.

Skreślone się nie liczy

Jak napisaliśmy coś głupiego i potem boimy się, że możemy dostać za to punkty ujemne, to skreślamy. Jeżeli coś skreśliliśmy, to nie będzie to brane pod uwagę. Nigdy. Jeżeli coś jest podpisane “brudnopis”, to nie będzie to brane pod uwagę.

Zapisujemy kroki rozumowania

Prowadząc rozumowanie, staraj się pisać dokładnie i opisywać kolejne kroki rozumowania. Jeżeli coś wynika z czegoś, to pisz, dlaczego wynika i w jaki sposób wynika. Przykład: “nadawca wysyła wiadomość do wszystkich procesów, które uważa za poprawne. Nadawca nie ulega awarii, dostępny jest detektor o silnej kompletności i słabej dokładności. Kanały są niezawodne. Czy algorytm ten zachowa własności zgodnego rozgłaszania niezawodnego?”

Źle: Dowód: “Nadawca nie wysłał wiadomości do wszystkich procesów. c.n.d.”. Dlaczego nie wysłał? Z czego wynika, że nie wysłał? Dlaczego to źle, że nie wysłał?

Dowód: “Z własności detektora wynika, że pewne procesy nie otrzymają wiadomości od nadawcy. c.n.d.”. Już trochę lepiej, ale wciąż kiepsko. Z której własności? W jaki sposób wynika, dlaczego z tej własności wynika, że pewne procesy nie otrzymają tej wiadomości? Dlaczego te procesy powinny otrzymać wysłaną wiadomość?

Nie wypisuj, co oznacza słaba dokładność i silna kompletność. Nie pisz, co by było, gdyby nadawca uległ awarii.

Dobrze: Pisz raczej tak: “Ponieważ detektor posiada własność (jaką?) słabej dokładności (co z tego wynika?) niektóre poprawne procesy mogą zostać uznane niesłusznie za niepoprawne przez nadawcę (i co z tego?), a ponieważ proces nie wysyła wiadomości do procesów uważanych za niepoprawne, nie otrzymają one wiadomości (dlaczego to jest źle?). ”

“Zarazem z własności słabej dokładności wynika, że istnieje poprawny proces PX, który nigdy nie jest podejrzewany. Ponieważ kanały są niezawodne oraz nadawca nie ulega awarii, nadawca wysłał wiadomość do PX i PX ostatecznie otrzyma wiadomość. Istnieje więc poprawny proces, który otrzymał wiadomość, ale nie wszystkie poprawne procesy otrzymały wiadomość. Narusza to warunek zgodności rozgłaszania zgodnego”

W tym dowodzie pokazane jest wyraźnie, jaki warunek poprawności jest naruszony, z których własności to wynika i w jaki sposób to wynika. Pokazane jest nie tylko, że istnieje proces poprawny, który nie dostał wiadomości (to jeszcze za mało) i z czego to wynika, ale także, że istnieje proces poprawny, który nie dostał wiadomości i z czego to wynika. Zauważ, że ani razu nie musieliśmy wspomnieć o definicjach słabej dokładności, niezawodności kanałów ani nie opisywaliśmy wszystkich własności rozgłaszania zgodnego. Pytanie nie tego od nas wymagało, zresztą z samego rozumowania wprost wynika, że tę definicję znamy.

Zamiast pustej kartki: Jeżeli masz jeszcze dużo wolnego czasu, albo jeżeli nie masz pojęcia co napisać, wtedy i tylko wtedy możesz pisać nie do końca na temat. W takim wypadku możesz napisać, co to są własności silnej kompletności i słabej dokładności, oraz jakie są własności zgodnego rozgłaszania. Pisz jednak ze świadomością, że dostaniesz zero punktów -- natomiast jeżeli twoje zaliczenie będzie wisiąło na włosku, wtedy (i tylko wtedy) sprawdzający może (ale nie musi!) wziąć pod uwagę to, co napisałeś, i dołożyć ci te brakujące pół punktu. Pamiętaj jednak użyte przeze mnie kwalifikatory: sprawdzający **może**, ale **nie musi** wziąć pod uwagę, to co napisałeś -- najpewniej nie weźmie.

Przykład dowodów

“Udowodnij, że algorytm Chandy-Lamporta wyznacza globalny stan spójny dla środowiska z kanałami FIFO”

Stan globalny niespójny może się pojawić wtedy, gdy w odpowiadającym odcieciu zawarte będzie zdarzenie odebrania wiadomości, a nie pojawi się zdarzenie jej wysłania. W danym algorytmie oznacza to, że pewien proces A zapisze stan, następnie wyśle wiadomość M do procesu B, a proces B najpierw odbierze wiadomość M, a następnie zapisze stan. Zapisanie stanu przez proces A powoduje wysłanie przez niego wiadomości kontrolnej do wszystkich innych procesów, a odebranie wiadomości kontrolnej powoduje natychmiastowe zapisanie stanu. Stan niespójny wymagałby więc, by proces A wysłał wiadomość kontrolną, następnie wiadomość M, a proces B musiałby najpierw przetworzyć wiadomość M, a następnie wiadomość kontrolną. Wiadomość M musiałaby więc wyprzedzić wiadomość kontrolną, co jest jednak sprzeczne z przyjętym założeniem, że kanały komunikacyjne są FIFO. Wynika z tego wprost, że niemożliwe jest pojawienie się sytuacji, w których wyznaczony stan jest niespójny, a więc stan wyznaczony musi być spójny, *co było do udowodnienia*.

“Udowodnij, że algorytm Chandy-Lamporta nie wyznacza globalnego stanu spójnego dla środowiska bez kanałów FIFO”

Aby pokazać, że w ogólności algorytm nie zawsze wyznaczy stan spójny, wystarczy pokazać jeden przykład, w którym wyznaczony stan globalny nie będzie spójny. Załóżmy, że proces A zapisuje stan, wysyła wiadomość kontrolną do procesu B, a następnie wiadomość M do procesu B. Z uwagi na fakt, że kanały nie są FIFO, wiadomość M może dotrzeć do procesu B przed wiadomością kontrolną od procesu A. Jest możliwe przy tym, że będzie to pierwsza wiadomość kontrolna, która dotrze do procesu B, a więc proces ten zapisze stan dopiero po otrzymaniu tej wiadomości. Oznaczać to będzie, że stan procesu B zapisany po otrzymaniu wiadomości kontrolnej obejmować będzie zdarzenie odebrania wiadomości M, podczas gdy stan procesu A nie będzie obejmował zdarzenia wysłania wiadomości M. Jest to sprzeczne z definicją stanu spójnego ($\forall E : E \in \Gamma \wedge E' \mapsto E \Rightarrow E' \in \Gamma$) a więc stan wyznaczony jest niespójny, *co należało dowieść*.

Przykład wyliczenia złożoności czasowej i komunikacyjnej pakietowej

Uzasadnienia są tutaj nieco przegadane, ponieważ mają także tzw. cel edukacyjny.

“Podaj złożoność aktywnego algorytmu rozgłaszania zgodnego dla przypadku, w którym nadawca jako jedyny ulega awarii natychmiast po wysłaniu wiadomości do jednego procesu, który wiadomość otrzymuje i dostarcza. Topologia pierścienia dwukierunkowego.”

Zakładamy, że proces wysyła wiadomości do wszystkich sąsiadów, a nie wszystkich procesów. Liczymy złożoność czasową do dostarczenia wiadomości do wszystkich, złożoność komunikacyjną dla wszystkich wysłanych pakietów.

Złożoność komunikacyjna czasowa

Przyjmujemy jednostkowy czas przesyłania wiadomości i pomijalny czas przetwarzania lokalnego. Nadawca wysyła wiadomość do pierwszego procesu (1 krok), który natychmiast przesyła wiadomość do sąsiadów, w tym nadawcy. Nadawca uległ awarii, więc wiadomość nie zostanie przesłana dalej. Wiadomość idzie więc tylko w jedną stronę pierścienia. Każdy postępuje tak samo, aż wiadomość dotrze do ostatniego procesu, poprzednika oryginalnego nadawcy w pierścieniu. Z tego wynika, że podanym przykładzie, z powodu awarii jednego procesu w pierścieniu, możliwy jest obieg wiadomości tylko w jedną stronę, a więc de facto w jednej jednostce czasu wiadomość w pierścieniu może dotrzeć tylko do jednego nowego procesu (wiadomości są przesyłane w dwie strony, ale niektóre z nich nie powodują postępu algorytmu). Z podanego rozumowania wprost wynika, że wiadomości muszą przejść przez każdy kanał komunikacyjny (oprócz jednego) tj. przez $n-1$ kanałów, aby dotrzeć do ostatniego procesu. Ostatecznie złożoność czasowa wynosi więc $n-1$.

Złożoność komunikacyjna pakietowa

Każdy proces wysyła kopie do dwóch sąsiadów (oprócz oryginalnego nadawcy). Każdy proces, który otrzymał wiadomość chociaż raz, nie rozsyła jej ponownie, więc każdy proces oprócz oryginalnego nadawcy wysyła 2 kopie M po otrzymaniu M . Oryginalny wysyła 1 wiadomość. Z tego wynika, że wysłanych jest $2(n-1)+1$ pakietów.

“Podaj złożoność aktywnego algorytmu rozgłaszania zgodnego dla przypadku, w którym żaden proces nie ulega awarii. Topologia pierścienia dwukierunkowego.”

Złożoność komunikacyjna czasowa

Nazwijmy nadawcę P_0 . Nadawca wysyła wiadomość do poprzednika $P(N-1)$ i następnika P_1 w pierścieniu. Ponieważ czas lokalny jest pomijalny, wysyła te wiadomości jednocześnie. Ponieważ czas przesłania wiadomości jest jednostkowy, obie te wiadomości docierają jednocześnie do $P(N-1)$ i P_1 . Procesy po otrzymaniu wiadomości dostarczają je i wysyłają do wszystkich sąsiadów. Skoro wiadomości dotarły do $P(N-1)$ i P_1 w tej samej chwili, więc te procesy także w tej samej chwili wysyłają po 2

wiadomości do, dla $P(N-1)$, P_0 i $P(N-2)$, oraz do, dla P_1 , P_0 i P_2 . P_0 nie wysyła ponownie wiadomości, ponieważ już ją raz dostarczył. Powtarzając to rozumowanie dla kolejnych procesów widzimy, że złożoność czasowa wynosi $n/2$ dla parzystego n - ponieważ wiadomość idzie równocześnie w obie strony w pierścieniu, a więc do ostatniego procesu dotrą równocześnie (dla n parzystego) wiadomości po przemierzeniu połowy z liczby kanałów komunikacyjnych. dostarczył wiadomość (choć jeszcze wysłał dwie, zignorowane wiadomości).

To uzasadnienie zdecydowanie jest przegadane, aby dokładniej pokazać, jak się rozumuje przy wyliczaniu złożoności. Da się zapisać to prościej:

Wiadomości są wysyłane w obie strony pierścienia. W każdej rundzie wiadomość dociera równocześnie do dwóch procesów, które wysyłają równocześnie po jednej wiadomości w tył (która jest ignorowana) i jednej w przód. Dla parzystego n będzie więc $n/2$ rund, a dla nieparzystego: $(n-1)/2$ (czyli dla 3 będzie to 1, dla 4: 2, dla 5: 2, dla 6: 3, dla 7: 3 itd).

Zauważ, że pominąłem ostatnią, dodatkową rundę, w której ostatni proces przesyła wiadomości do sąsiadów, którzy ją zignorują - bo w tej rundzie wszyscy już dostarczyli). Tą uwagę o pominięciu należy zapisać, ponieważ można dyskutować, czy należy tę rundę liczyć, czy też nie...

Złożoność komunikacyjna pakietowa

Każdy proces wysyła tylko raz po dwie wiadomości, a więc złożoność komunikacyjna wynosi $2n$.

Wgląd do prac

Powiedzmy, że zdarzyło się nieszczęście i powinęła się nam noga. Dostaliśmy za mało punktów i idziemy teraz na przysługujący nam wgląd do prac.

Co możemy? Student ma prawo domagać się wyjaśnienia, dlaczego otrzymał tyle a tyle punktów i co musiałby dopisać, by dostać punktów więcej. Student nie może oczekiwać, że sprawdzający zacznie udzielać mu korepetycji. Student może próbować przekonać prowadzącego do swoich racji. Można przynieść np. książkę, albo pokazać w sieci stronę z materiałami, z których się uczyło. Sprawdzający mogą się mylić i dobrze o tym wiedzą -- ja tam osobiście nie lubię się mylić i jeżeli ktoś mi udowodni, że nie mam racji, wtedy będę tej osobie wdzięczny.

A. Nie zebrzemy.

Nigdy, przenigdy nie przychodzimy z płaczem "brakuje mi tylko pół punkta, niech pan mi dopisze". To nie zadziała i oznacza tyle, że student sam wie, że niczego mądrego nie napisał, brak mu już argumentów, a więc nie zasługuje na zaliczenie. W takim przypadku ja osobiście zawsze kończę rozmowę na temat prac. Tragiczna sytuacja rodzinna budzi w nas współczucie, ale współczucie nigdy nie będzie skutkowało podniesieniem punktacji.

Niestety, obecnie też nie zgadzamy się na dżentelmeńską umowę typu "pan mi teraz podwyższy punktację, a ja się nauczę, przyjdę za pół roku i zaliczę". Jak byłem młodszy, szedłem na taki układ. Nikt nigdy nie przyszedł po pół roku zaliczać.

B. Nie tłumaczymy, co myśleliśmy

Podstawą podwyższenia punktacji jest to, co znajduje się na kartce. Można wyjaśniać, co mieliśmy na myśli pisząc jakieś niejasne sformułowanie, lub jak zrozumieliśmy pytanie. Nie można tłumaczyć, że “myślałem, że to oczywiste” albo “myślałem dobrze, ale nie rozumiałem”. Sprawdzający nie jest telepatą. Jak czegoś zapomnieliśmy napisać, to nie może to być oceniane.

Ogólnie wasze przemyślenia niewiele dla nas znaczą, jeżeli nie znajdują się na papierze. Dodać tutaj muszę, że niewiele też dla nas znaczą złote myśli w rodzaju “mam nadzieję, że napisałem dobrze” albo “tutaj jestem pewny, że coś sknociłem”. Sprawdzając prace oczekujemy odpowiedzi napisanych przez ścisłowców, a nie wypracowań na temat “jak się czujesz w czasie pisania egzaminu z PRów”.

C. Sprawdzamy, czy sprawdzający wszystko zauważył

Wszyscy jesteśmy tylko ludźmi. Istnieje możliwość, że jakieś kluczowe zdanie zostało po prostu przeoczone. Istnieje możliwość, że student/ka ma tak nieczytelne pismo, że sprawdzający źle przeczytał jakieś słowo, albo potraktował absolutnie kluczowy rysunek jako ornament. Sprawdzający nie są złośliwi, starają się tylko bezstronnie i uczciwie wykonywać swoją pracę, a mianowicie sprawdzić, czy student umie to, co powinien umieć (a także zapewnić, by student, który nie umie, nie zdał).

D. Przychodząc, pokażmy, że umiemy więcej niż na egzaminie

Przychodząc na wgląd prac jesteśmy już po egzaminie. Oznacza to, że wiemy, jakie były pytania i mieliśmy czas zajrzeć do materiałów, by zobaczyć, jakie powinny być odpowiedzi; albo mieliśmy czas skonsultować z kolegami, którzy otrzymali więcej punktów. Nie ma nic gorszego, niż student, który przychodzi się kłócić o więcej punktów, a który zarazem niczego się nie nauczył. Jeżeli student przychodzi udowodnić, że zasługuje na zaliczenie, a na pytanie od prowadzącego nie potrafi wyjaśnić absolutnie kluczowych pojęć związanych z pytaniem (na przykład, co to jest system synchroniczny i czym się różni od asynchronicznego), to okazuje tym samym brak szacunku wobec sprawdzających. Sprawdzający szanują studenta i oczekują tego samego od niego. Sprawdzenie, co mieliśmy źle i jak powinna wyglądać dobra odpowiedź to absolutny obowiązek każdego, kto nie zdał.

Uwaga! To, że teraz już coś umiemy, nie oznacza, że sprawdzający podwyższy nam punktację. To znaczy tylko tyle, że na następnym terminie mamy szansę zdać.

E. Szanujmy siebie nawzajem

Jeżeli będziemy agresywni, jeżeli zaczniemy mieć pretensje do sprawdzających (“gdyby pan chciał, to by mi pan dał te pół punkta” aka “gdyby pan chciał, to mógłby pan wstawiać piątki za puste kartki”), nie powinniśmy oczekiwać żadnego pozytywnego efektu poza ucięciem rozmowy. Nie trzaskamy drzwiami. Nie komentujcie za naszymi plecami lub drzwiami (owszem, słuchamy głośnej muzyki, ale słuch jeszcze mamy dobry). Nie mamy pretensji do prowadzących za to, że **my** się nie nauczyliśmy (przypadek autentyczny: student, zresztą zaoczny, wychodzi przed czasem z egzaminu i na prośbę, by został i jednak spróbował coś napisać odpowiada ze złością *nie nauczyłem się, bo pan mnie nie potrafi zmotywować!*)

Nie udawajcie cwaniaków. Nie spoufalajcie się, bo zaiste, jest czas i miejsce na spoufalanie się, ale jest też miejsce i czas, w którym należy zachowywać formalne formy. Nie całujcie nas po rękach za podwyższenie punktów i nie wołajcie “uratował mi pan życie!”, bo to żenujące i ja osobiście bardzo źle się po takiej scenie czuję.

Macie prawo wytknąć nam niewłaściwe zachowanie i poprosić o jego zmianę. Mam wyjątkowo ciężkie poczucie humoru, czasami też mogę stracić cierpliwość, gdy trzydziestu studentów po kolei przychodzi z tymi samymi pretensjami. W takim wypadku macie prawo zwrócić mi uwagę. Nie musimy się kochać, ale powinniśmy się wzajemnie szanować. Wymagam tego od was i wy powinniście wymagać tego ode mnie.

Nie denerwujcie się i nie bójcie się. Nie będziemy na was krzyżeć. Nie chcemy was za wszelką cenę “ulać”. Zależy nam na tym, by was sprawiedliwie ocenić; by osoby, które się nauczyły, zdały (i by ci, którzy się nie nauczyli, nie zdali). Wy jesteście przecież tymi, którzy się nauczyli - inaczej przecież byście nie przychodzili argumentować, że zasługujecie na zaliczenie.

F. Ja to zrozumiałem inaczej

Pytania mogą być źle sformułowane i można je rozumieć na kilka sposobów i być może nie zostało to wystarczająco szybko wyjaśnione. Uwaga: zdarza się jednak, że w czasie egzaminu pilnujący prosi, by przerwać pisanie, by wyjaśnić jakąś wątpliwość. W takim wypadku zazwyczaj przy sprawdzaniu zakładamy, że wątpliwości już nie powinno być. Czasami w takich wypadkach obniżamy próg albo wszystkie rozumienia pytania są traktowane jako właściwe. Czasami jednak możemy uznać, że interpretacja pytania przez studenta była całkowicie błędna. Innymi słowy, w naszej opinii żaden dobrze przygotowany student nie miał prawa zinterpretować pytania w dany sposób. Możliwe więc jest, że na “ja zrozumiałem to pytanie inaczej” padnie odpowiedź “źle pan rozumiał”.

G. Miejcie nadzieję, nie tę lichą, marną

Chodźcie na wykłady. Profesor zwykle jest skłonny podwyższyć o jakieś pół punkta osobom, które regularnie uczęszczają na wykłady. W przypadkach szczególnych może, chociaż nie musi, podwyższyć punktację osobom aktywnie uczęszczającym w zajęciach lub pracach naukowych naszego zespołu. Profesor jest także skłonny wyznaczyć dodatkowe terminy, poprawki poprawek i tak dalej. Niedostateczny z egzaminu to nie jest koniec świata i powód do załamania nerwowego -- przedmiot jest trudny i bardzo wielu studentów za pierwszym podejściem otrzymuje dwóję, a później z dumą chwali się piątkami z poprawek.

Tak czy inaczej sprawdźcie, co mieliście źle i dlaczego. Znajdźcie kogoś, kto miał dobrze i zapytajcie go o poprawną odpowiedź. Wbrew powszechnemu i nie wiedzieć czym dyktowanemu przekonaniu, czasami (choć bardzo rzadko) dajemy takie same lub bardzo podobne pytania na poprawce.

Przykładowe pytania

Na egzaminie mogą pojawić się pytania o formie podobnej do wylistowanych poniżej. Mogą też pojawić się pytania całkowicie odmienne. To nie jest lista pytań i nie jest to zakres materiału do nauczania. Celem jest po prostu pokazanie studentom/studentkom czego *mniej-więcej*, z naciskiem na *mniej*, mogą się spodziewać na egzaminie. Staramy

się, by co rok pytania były inne, chociaż rzecz jasna pytania zwykle pasują do pewnego formatu.

Zasadniczo studenci z lat poprzednich często posiadają listę pytań z poprzednich podejść (czasami nawet z odpowiedziami) i zazwyczaj są skłonni się nimi dzielić. W historii PR raz się tylko zdarzyło, by studenci z lat wyższych odmówili pomocy.

1. Wyznacz wartość zegara Lamporta dla zdarzenia E na podanym diagramie przestrzenno- czasowym (ważne: podaj wartości pośrednie!)
2. Wyznacz wartość zegara Matterna dla zdarzenia E na diagramie przestrzenno- czasowym
3. Zaznacz na diagramie zdarzenia o wartości zegara Lamporta (wzgl. Matterna) równej X
4. Zaznacz na diagramie zdarzenia przyczynowo- zależne od zdarzenia E.
5. Udowodnij, że dla zegara Lamporta (wzgl. Matterna) zachodzą (wzgl. nie zachodzą) relacje $T(E) < T(E') \Rightarrow E \mapsto E'$ lub $T(E) \parallel T(E') \Rightarrow E \parallel E'$
6. Czy zdarzenia E1 i E2 na diagramie są zależne? Odpowiedź uzasadnij.
7. Zaznacz zdarzenia niezależne do zdarzenia E2 na podanym diagramie przestrzenno- czasowym
8. Czy zdarzenia E1 o wartości zegara Matterna równej [X,X,X,X] i E2 o wartości zegara Matterna równej [Y,Y,Y,Y] są przyczynowo zależne?
9. Narysuj diagram przestrzenno- czasowy zawierający zdarzenia o następujących etykietach wektorowych: E1=[X,X,X,X], E2=[Y,Y,Y,Y]....
10. Dorysuj (wzgl. usuń) na diagramie zdarzenia wysłania i odbioru wiadomości tak, by zdarzenie E2 miało wartość zegara Matterna równą [X,X,X,X]
11. Czy konfiguracja stanów S1, S2, S3 na diagramie jest spójna? Zaznacz konfigurację na diagramie i uzasadnij odpowiedź.
12. Czy konfiguracja stanów o podanych etykietach wektorowych jest spójna?
13. Narysuj na diagramie odcięcie odpowiadające spójnemu (wzgl. niespójnemu) stanowi globalnemu, dla którego najpóźniejsze zdarzenie dla procesu P1 ma wartość zegara Lamporta X (wzgl. obejmujące zdarzenia E1 oraz E2 na diagramie i żadne zdarzenie późniejsze niż E1 i E2 dla procesów P1 i P2)
14. Narysuj na diagramie odcięcie spójne o największych możliwych wartościach zegara Lamporta, nie obejmujące (wzgl. obejmujące) zdarzenia z podanego zbioru
15. Przyjmij środowisko o danych własnościach (np. kanały FIFO, nonFIFO itd) oraz następujący algorytm wyznaczający stan spójny (albo zakończenia, albo rozgłaszania). Czy algorytm jest poprawny? Udowodnij dla obu podstawowych własności poprawności (postępu i bezpieczeństwa).

16. Załóż, że na podstawie znajomości stanu lokalnego procesu obejmuje zmienną *passive* (oznaczającą, czy proces jest aktywny lub pasywny), zbiór wiadomości dostępnych oraz umożliwia wyznaczenie predykatu *activate*. Załóżmy, że wyznaczono konfigurację spójną za pomocą algorytmu Lamporta, i wyznaczanie zakończyło się w chwili T. Czy jeżeli dla tak wyznaczonej konfiguracji zachodzi predykat DTerm (wzgl. STerm, CTerm), to czy faktycznie w chwili T zachodzi ten predykat? Uzasadnij.
17. Udowodnij twierdzenie o czterech licznikach (dla algorytmu detekcji zakończenia)
18. Dane są następujące zbiory wiadomości dostępnych, następujące wiadomości są w kanałach. Każda wiadomość aktywuje odbiorcę (Wzgl. dane są następujące warunki uaktywnienia). Wartości zmiennych *passive* są następujące. Czy zachodzi predykat DTerm (czy nastąpiło zakończenie dynamiczne)? Dlaczego?
19. Udowodnij, że z DTerm wynika, że ostatecznie zajdzie STerm (wzgl. CTerm)
20. Udowodnij, że algorytm Dijkstra, Feijen, van Gastaren jest niepoprawny dla środowiska, w którym .. i tutaj np. (a) kanały nie są FIFO (b) kanały są asynchroniczne tj. nadanie wiadomości kończy się, zanim wiadomość dotrze do adresata (c) ...
21. Czy algorytm rozgłaszania (wzgl. wyznaczania stanu spójnego, detekcji zakończenia, konsensusu) taki owaki jest poprawny, gdy detektory uszkodzeń mają własności słabej kompletności i silnej dokładności (wzgl. inna wariacja nt własności detektorów). Rozważ osobno wpływ każdej z własności. Wariant: czy własność dokładności jest warunkiem koniecznym dla poprawności algorytmu ...
22. Czy można zaimplementować doskonały detektor uszkodzeń w środowisku o następujących własnościach ... (i tutaj własności, np. kanały niezawodne o z góry znanym ograniczeniu na czas przesyłania wiadomości).
23. Wyznacz złożoność czasową i komunikacyjną pakietową dla algorytmu takiego owakiego dla środowiska komunikacyjnego o podanej topologii (np. każdy z każdym, pierścienia...). Uzasadnij. Wariacja: wyznacz złożoność dla konkretnego przypadku tyłu a tyłu procesów, w którym procesy ulegają awarii w podanej kolejności, w którym łącze komunikacyjne ulega awarii itd.
24. Wyznacz złożoność czasową i komunikacyjną (oraz uzasadnij) dla algorytmu detekcji zakończenia zakładając, że procesy nie są pasywne w chwili rozpoczęcia algorytmu (wzgl. wszystkie procesy są pasywne w chwili rozpoczęcia algorytmu)
25. Udowodnij, że konfiguracja stanów o identycznych wartościach zegara Lamporta musi być spójna.
26. W jaki sposób za pomocą konsensusu można rozwiązać problem atomowego rozgłaszania z globalnym uporządkowaniem wiadomości (wzgl. i vice versa)?

27. Udowodnij, że konsensusu nie da się rozwiązać w środowisku w pełni asynchronicznym, w którym dowolny proces może ulec awarii (wzgl. czy da się rozwiązać w środowisku o następujących właściwościach...)
28. Załóżmy następującą implementację detektora awarii dla środowiska o podanych własnościach (np. proces okresowo wysyła do każdego innego wiadomość i czeka na odpowiedź, kanały są niezawodne i FIFO, czas przesłania wiadomości nie jest znany z góry). Jakie własności (kompletność, dokładność) będzie mieć ten detektor?
29. Zgodne rozgłaszanie (wzgl. konsensus) ma następujące własności. Dany jest taki owaki algorytm; którą z własności zgodnego rozgłaszania (wzgl. konsensusu) nie spełnia podany algorytm?
30. W jaki sposób za pomocą modelu żądań OR-AND można przedstawić model OR (wzgl. AND)
31. Czy dla podanego grafu WFG i modelu żądań OR występuje zakleszczenie?
32. Pewien student zaimplementował algorytm Lai-Yanga w następujący sposób: procesy początkowo są koloru WHITE. Po otrzymaniu wiadomości o kolorze BLACK, wiadomość jest dostarczana do procesu aplikacyjnego, proces zapisuje swój stan i zmienia kolor na BLACK. Pozostałe kroki są identyczne jak w oryginalnym algorytmie. Wykaż, że implementacja studenta jest błędna, a wyznaczona konfiguracja stanów nie jest spójna.
33. Wykaż, że koniecznym warunkiem, by konfiguracja stanów była niespójna jest to, by dla co najmniej dwóch zdarzeń, ich znaczniki czasowe Materna (wektorowe) da się uszeregować przy pomocy relacji „<” (o definicji takiej, jak podanej na wykładzie).
34. Naiwny algorytm wykrycia zakończenia może polegać na połączeniu procesów w wirtualny pierścień i przesłaniu żetonu do każdego procesu (w kolejności podyktowanej strukturą wirtualnego pierścienia). Żeton jest „biały” początkowo i zmienia kolor na „czerwony”, jeżeli proces po jego otrzymaniu jest aktywny. Pasywny proces natychmiast przesyła do następnika w wirtualnym pierścieniu żeton bez zmiany jego koloru. Wykaż, że jeżeli kanały są niezawodne, nonFIFO, a topologia połączeń jest typu pierścień, algorytm jest niepoprawny.
35. Proces P wysyła żądanie dostępu do zasobu X oraz Y. Po otrzymaniu odpowiedzi przyznającej dostęp do zasobu X proces P wznowia pracę. Jaki jest to model żądań (OR, AND, OR-AND...?)
36. Załóżmy środowisko przetwarzania rozproszonego o topologii połączeń drzewa binarnego, w którym łącza FIFO są niezawodne. Przyjmijmy następujący algorytm konstrukcji stanu globalnego, gdzie reprezentacja stanu obejmuje stany procesów oraz stany kanałów. Inicjatorem jest zawsze proces będący korzeniem drzewa. Wysyła on wiadomość do procesów potomnych, które otrzymawszy wiadomość zapisują stan i przesyłają wiadomość do swoich procesów potomnych. Procesy nie posiadające procesów potomnych odsyłają zapisany stan do rodziców, którzy z kolei przesyłają

swój stan i stan dzieci do rodziców i tak dalej. Stan kanałów zapisany jest jako pusty. Czy stan globalnych wyznaczony takim algorytmem jest spójny? Odpowiedź uzasadnij.

37. Czy w środowisku częściowo synchronicznym, gdzie znane jest maksymalne opóźnienie komunikatów, ale względne prędkości procesorów mogą się dowolnie różnić, możliwe jest wyznaczenie predykatów globalnych? Odpowiedź uzasadnij.
38. Pewien system rozproszony składa się z n węzłów połączonych łączami rzetelnymi (ang. fair-loss links). Węzły w tym systemie mogą ulegać awariom, dostępny jest detektor awarii klasy W (posiadający własność słabej kompletności i słabej dokładności). Zaimplementowano w nim następujący algorytm rozgłaszania: (tutaj opis). Czy w tak zdefiniowanym systemie, przedstawiony algorytm zachowuje wszystkie cztery własności zgodnego rozgłaszania niezawodnego? Należy wymienić wszystkie te własności i dla każdej z nich podać i uzasadnić, czy są spełnione bądź nie.
39. W algorytmie aktywnego rozgłaszania probabilistycznego istnieją dwa parametry: fanout (liczba odbiorców) oraz maxroundno (czas życia pakietu). Zakładając, że liczba węzłów wynosi n , procesy są połączone kanałami niezawodnymi, jakie wartości muszą przyjąć te parametry, by algorytm ten działał tak, jak zwykły aktywny algorytm zgodnego rozgłaszania niezawodnego?
40. Załóżmy, że istnieje algorytm wyznaczający pewną konfigurację stanów, w której dla stanu każdego procesu z tej konfiguracji jest znana etykieta zegara wektorowego. Czy można na tej podstawie ocenić, czy konfiguracja ta jest spójna? Odpowiedź uzasadnij, oraz podaj ilustrujący przykład. Zaproponuj zasady działania detektora pozwalające spełnienie własności a) samej silnej dokładności b) samej silnej kompletności nawet w środowisku asynchronicznym.
41. Udowodnij, że dla dowolnego zdarzenia komunikacyjnego istnieje spójne odcięcie zawierające to zdarzenie, takie, że wszystkie zdarzenia wchodzące w jego skład nie są jednoczesne w sensie czasowym (czasu globalnego). Jako dowód wystarczy propozycja mechanizmu konstruującego takie odcięcie.
42. Dane jest następujące przetwarzanie, w pewnym środowisku zapewniającym mechanizm kanałów FC. (tutaj rysunek). Czy wiadomość M może być typu FF (BF, TF itd)? Jakiego typu musi być wiadomość M (oprócz TF) aby zapewnić następujący porządek dostarczenia wiadomości (tutaj porządek wiadomości)
43. W pewnym systemie zaimplementowano następujący detektor błędów: wyznaczony jest z góry proces, który nigdy nie jest podejrzewany przez żaden inny proces. Czy detektor zaimplementowany w ten sposób posiada własność słabej dokładności? Odpowiedź uzasadnij.
44. Przyjmijmy środowisko o topologii pierścienia, w którym kanały są typu FC. Każdy proces pamięta całą historię komunikacji. Inicjator zachowuje swój stan oraz przesyła znacznik do następnika. Po otrzymaniu znacznika

każdy proces zapamiętuje stan (łącznie z historią komunikacji), dołącza go do znacznika i przesyła go dalej. Wyłączając znaczniki typu TF, jakiego typu muszą być znaczniki, by algorytm dany wyznaczył stan spójny? Odpowiedź uzasadnij, podając przykład.

45. Przyjmijmy środowisko o topologii komunikacyjnej każdy z każdym, w którym kanały nie zachowują kolejności FIFO. Inicjator zachowuje swój stan oraz przesyła pakiet do wszystkich pozostałych procesów. Każdy proces po odebraniu pakietu zapamiętuje natychmiast swój stan oraz przesyła go do pozostałych procesów. Czy wyznaczony zostanie w ten sposób stan spójny? Odpowiedź uzasadnij, podając przykład. (Wariant: pakiet typu FF, forward flush).
46. Dane jest środowisko, w którym istnieją wartości określające maksymalne opóźnienia komunikacyjne, ale nie są one znane procesom. Czy jest możliwe w tych warunkach rozwiązanie problemu konsensusu? Odpowiedź uzasadnij.