

Systemy rozproszone

System rozproszony jest zbiorem niezależnych komputerów (aspekt sprzętowy), które z punktu widzenia użytkowników systemu sprawiają wrażenie pojedynczego komputera (aspekt programowy)

System rozproszony jest zbiorem komputerów, które nie mają wspólnej pamięci ani zegara

System rozproszony jest zbiorem niezależnych komputerów połączonych siecią komunikacyjną, która umożliwia wymianę komunikatów

System rozproszony to termin służący do określenia szerokiej gamy systemów komputerowych od *systemów słabo powiązanych* takich jak *sieci rozległe*, poprzez systemy *silnie powiązane* takie jak *sieci lokalne*, do systemów *bardzo silnie powiązanych* takich jak *systemy wieloprocessorowe*

Zalety systemów rozproszonych

- *Dzielenie zasobów* (dane, urządzenia sprzętowe jak np. drukarki, dyski)
- *Przyśpieszenie obliczeń* (dzielenie obciążenia)
- *Niezawodność* (awaria jednego urządzenia nie powinna uniemożliwiać działania systemu, lecz co najwyżej pogorszyć jego wydajność)
- *Komunikacja* (np. poczta elektroniczna)
- *Ekonomiczność* (system rozproszony może być tańszy niż odpowiadający mu mocą obliczeniową system scentralizowany)

- *Wewnętrzne rozproszenie* (niektóre aplikacje są z natury rozproszone i wymagają rozproszonych komputerów)
- *Stopniowy wzrost* (można stopniowo zwiększać moc obliczeniową systemu; *skalowalność* to zdolność systemu do adaptowania się do wzrastających zapotrzebowań)

Wady systemów rozproszonych

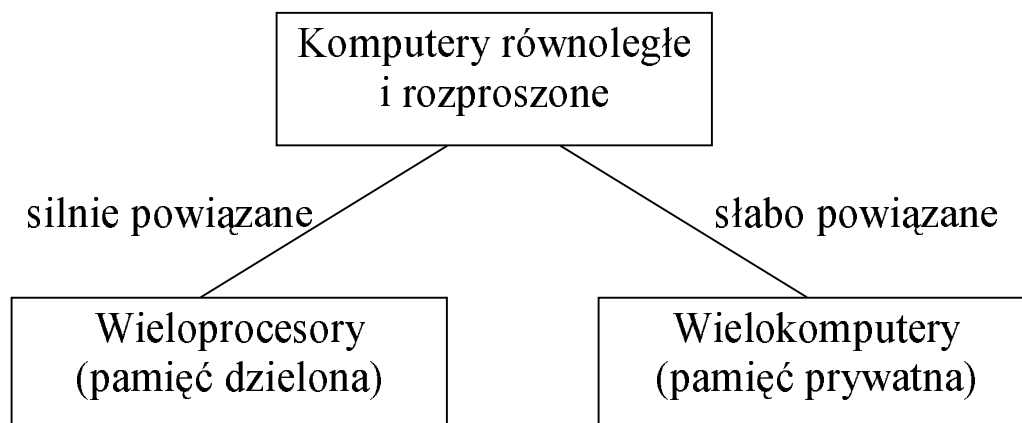
- *Oprogramowanie* (zdecydowanie bardziej złożone; wymaga opracowania wspólnych standardów)
- *Sieć* (może ulec awarii lub zostać przeciążona)
- *Bezpieczeństwo* (komputer podłączony do sieci jest mniej bezpieczny)

Systemy rozproszone a systemy równoległe

Klasyfikacja systemów wielokomputerowych wg Flynna:

- SISD** Single Instruction, Single Data Stream
- SIMD** Single Instruction, Multiple Data Streams
(systemy wektorowe)
- MISD** nie ma
- MIMD** Multiple Instruction, Multiple Data Stream

Klasyfikacja architektur MIMD:



Cechy systemów rozproszonych

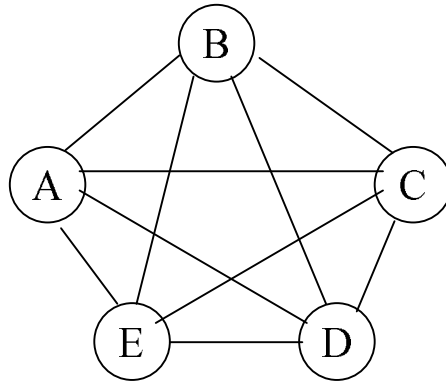
- **Przezroczystość** (ang. *transparency*)
 - *położenia* (zasobów sprzętowych i programowych)
 - *migracji* (zasoby, np. pliki, mogą migrować, czyli zmieniać położenie bez zmiany nazwy)
 - *istnienia kopii* (zasoby mogą istnieć w wielu kopiach dla zwiększenia wydajności i/lub niezawodności)
 - *błędu* (program zostanie dokończony bez względu na awarie)
 - *współużytkowania* (użytkownicy mogą wspólnie korzystać z zasobów)
 - *równoległości* (obliczenia mogą przebiegać równoległe)
- **Niejednorodność** (ang. *heterogeneity*)
 - *sprzętu komputerowego* (różne architektury węzłów systemu rozproszonego)
 - *sieci* (różne środki transmisji, sygnały, interfejsy sieciowe, protokoły)
 - *oprogramowania*
- **Autonomiczność** (ang. *autonomy*)
 - *wysoka* (redundancja, niskie współużytkowanie zasobów, może wymagać centralnego sterowania)
 - *niska* (mniejsza elastyczność, większa zawodność)

Topologia systemu rozproszonego

Kryteria oceny:

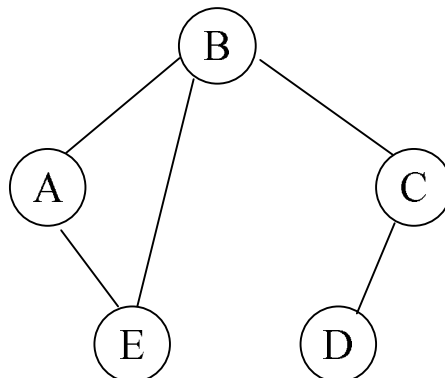
- *koszt podstawowy* (ile kosztuje połączenie różnych stanowisk w jeden system?)
- *koszt komunikacji* (ile trwa przesłanie komunikatu z jednego stanowiska do innego?)
- *niezawodność* (jeśli łącze lub stanowisko ulegnie awarii, to czy pozostałe stanowiska pozostaną w kontakcie?)

Połączenie pełne



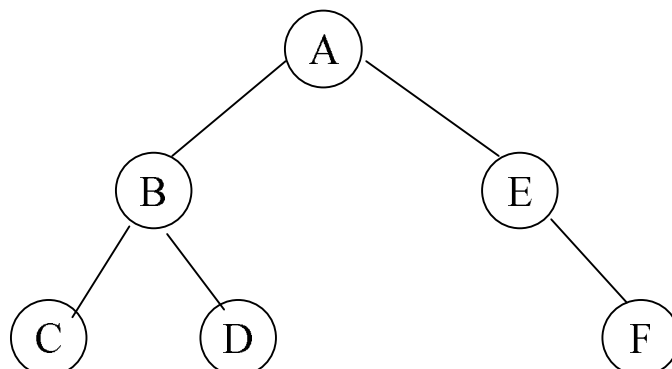
- *koszt podstawowy*: rośnie wprost proporcjonalnie do kwadratu liczby stanowisk
- *koszt komunikacji*: komunikat pokonuje tylko jedno łącze
- *niezawodność*: b. duża

Połączenie częściowe



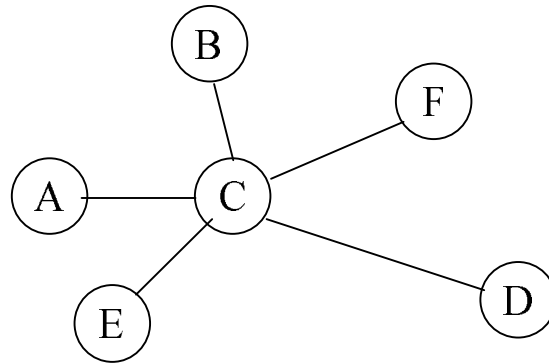
- *koszt podstawowy*: niższy niż dla sieci pełnej
- *koszt komunikacji*: wysłanie komunikatu może wymagać przejścia przez kilka stanowisk pośrednich
- *niezawodność*: awaria jednego łącza może rozbić sieć

Hierarchia



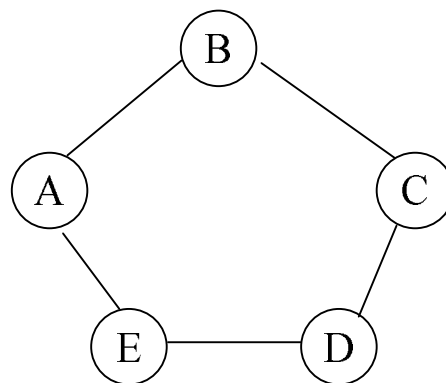
- *koszt podstawowy*: na ogół mniejszy niż dla sieci częściowej
- *koszt komunikacji*: wyższy niż dla sieci pełnej
- *niezawodność*: awaria dowolnego węzła (z wyjątkiem liścia) powoduje na ogół rozbitcie sieci

Gwiazda



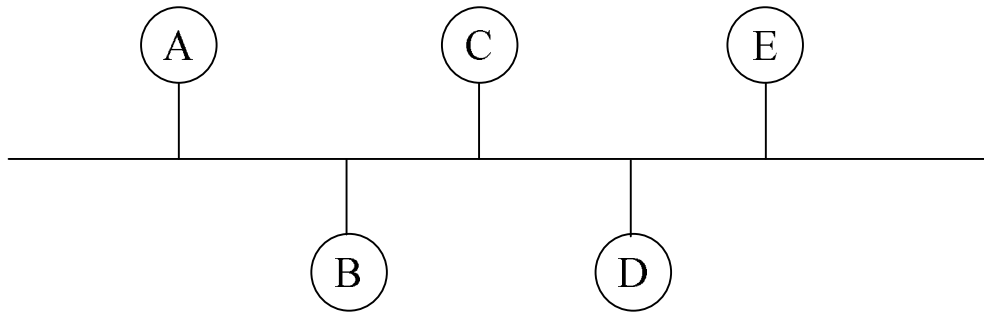
- *koszt podstawowy*: funkcja liniowa liczby stanowisk
- *koszt komunikacji*: niski, ale węzeł centralny może być wąskim gardłem
- *niezawodność*: awaria stanowiska centralnego powoduje rozbitcie sieci

Pierścień



- *koszt podstawowy*: funkcja liniowa liczby stanowisk
- *koszt komunikacji*: może być wysoki
- *niezawodność*: awaria stanowiska (lub łącza) powoduje rozbitcie sieci

Szyna wielodostępna



- *koszt podstawowy*: funkcja liniowa liczby stanowisk
- *koszt komunikacji*: dość niski
- *niezawodność*: awaria stanowiska nie zakłóca komunikacji, awaria szyny powoduje rozbitcie sieci

Typy sieci

- Sieci lokalne (ang. *LAN*) - obejmują niewielki obszar geograficzny
 - szyna wielodostępna, sieć pierścieniowa lub gwiazdzista
 - prędkość rzędu 10 Mbitów/s lub wyższa
 - opóźnienia komunik. i współcz. błędów są niewielkie
 - wspólne korzystanie z zasobów b. naturalne
 - rozgłaszanie jest tanie i szybkie
- Sieci globalne (ang. *WAN*) - obejmują duży obszar geograficzny
 - linie telefoniczne, łącza mikrofalowe, kanały satelitarne
 - prędkość rzędu 100 Kbitów/s
 - duże opóźnienia i częste błędy w transmisji
 - złożone systemy zarządzania
 - rozgłaszanie zwykle wymaga wielu komunikatów

Komunikacja w systemach rozproszonych

1. *Strategie wyboru trasy*: które komunikaty są przesyłane przez sieć?

- trasa stała (ang. *fixed routing*) - droga od A do B jest ustalona i zmienia się jedynie w przypadku sprzętowej awarii; zwykle najkrótsza, brak dostosowania do zmian obciążenia, komunikaty dotrą w kolejności wysłania
- trasa wirtualna (ang. *virtual circuit*) - drogę z A do B ustala się na okres jednej sesji; możliwość dostosowania do zmian obciążenia, komunikaty dotrą w kolejności wysłania
- trasa dynamiczna (ang. *dynamic routing*) - drogę z A do B wybiera się w chwili wysyłania komunikatu; zwykle wybiera się najmniej obciążone łącze, komunikaty mogą docierać w innej kolejności - można je numerować

2. *Strategie połączeń*: jak dwa procesy wysyłają ciąg komunikatów?

- komutowanie łączy (ang. *circuit switching*) - stałe fizyczne połączenie na czas trwania komunikacji; analogia → połączenie telefoniczne
- komutowanie komunikatów (ang. *message switching*) - ustala się czasowe łącze na czas przesyłania jednego komunikatu
- komutowanie pakietów (ang. *packet switching*) - komunikaty zmiennej długości dzieli się na pakiety o stałym rozmiarze, każdy pakiet może być wysłany inną drogą, pakiety trzeba ponownie łączyć w komunikaty w miejscu przeznaczenia

3. *Współzawodnictwo*: jak rozwiązywać konflikty wynikające z współużytkowania sieci?

- CSMA/CD (ang. *Carrier sense with multiple access and collision detection*) - stanowisko prowadzi nasłuch łącza; jeśli łącze wolne to rozpoczyna transmisję (dalej nasłuchując); jeśli wykryje kolizję, to przestaje nadawać i generuje sygnał informujący o kolizji, po losowym czasie próbuje znowu; niebezpieczeństwo wielu kolizji w przeciążonym systemie; standard IEEE 802.3; używane w Ethernetie
- przekazywanie żetonu (ang. *token passing*) - komunikat-żeton krąży stale w sieci (zwykle pierścień); stanowisko, które chce wysłać komunikat czeka na żeton, usuwa go z sieci, transmituje komunikat i ponownie przesyła żeton; standard IEEE 802.5
- przegródki na komunikaty (ang. *message slots*) - pewna liczba stałej długości przegródek na komunikaty stale krąży w sieci (zwykle pierścień); stanowisko czeka aż nadejdzie pusta przegródka, wstawia do niej komunikat (ew. podzielony na pakiety) i informację kontrolną

4. *Nadawanie nazw i rozpoznawanie nazw*: jak dwa procesy mogą „odszukać” się w sieci?

DNS (Domain Name Service) - określa sposób nadawania nazw komputerom macierzystym w sieci Internet

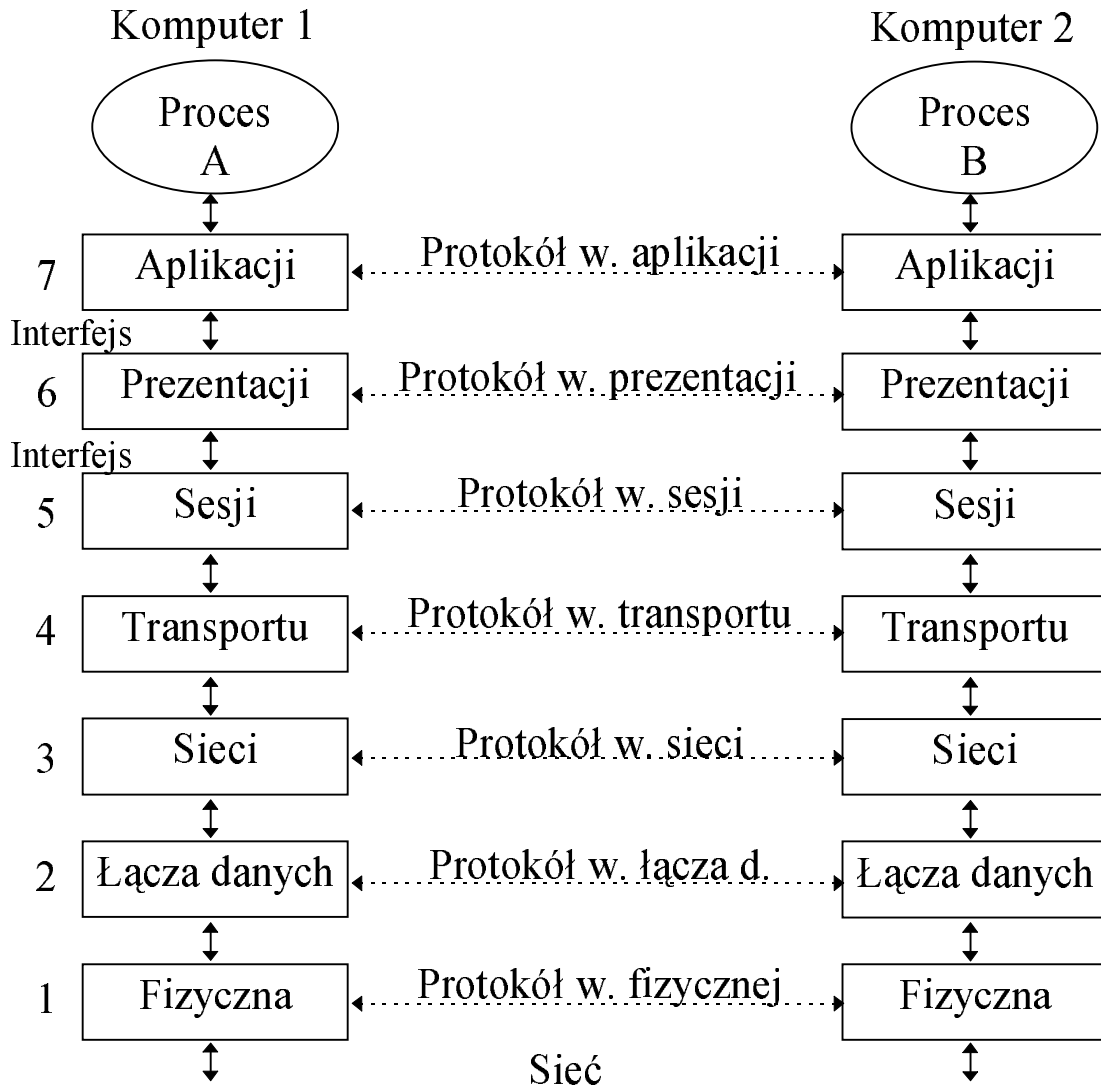
Protokoły komunikacyjne

Protokół - zbiór formalnych reguł i konwencji dotyczących formatu i synchronizacji w czasie wymiany komunikatów między procesami

Architektura sieci: podział na warstwy i protokoły

Open System Interconnection (OSI) Reference Model of the International Organization for Standardization (ISO)

- czyli model ISO/OSI



1. Warstwa fizyczna

Odpowiada za fizyczną transmisję bitów między dwoma warstwami łącza danych. Zajmuje się synchronizacją na poziomie bitów i sygnałami zależnymi od środka transmisji (jak fizycznie wygląda bit 1 i bit 0, jaka jest prędkość transmisji w bitach/s, czy transmisja może przebiegać równocześnie w dwóch kierunkach itp.)

2. Warstwa łączy danych

Zajmuje się grupowaniem bitów w ramki i ich transmisją, wykrywaniem i usuwaniem błędów (tworzy sumy kontr.)

3. Warstwa sieci

Zajmuje się ustalaniem tras pakietów w sieci, organizacją połączeń, obsługą adresów, utrzymywaniem informacji o trasach i reagowaniem na zmieniające się obciążenie.

Protokół połączeniowy: **X.25**, protokół bezpołączeniowy: **IP**

4. Warstwa transportu

Dostarcza warstwie sesji niezawodne połączenie.

Odpowiada za przesyłanie komunikatów między klientami, dzielenie komunikatów na pakiety i łączeniem pakietów w komunikaty, pilnowaniem kolejności pakietów, generowaniem adresów fizycznych. Protokół połączeniowy: **TCP** i bezpołączeniowy: **UDP**

5. Warstwa sesji

Ulepszona wersja warstwy transportu. Odpowiada za implementację sesji. Na tym poziomie realizuje się RPC

6. Warstwa prezentacji

Odpowiada za pokonywanie różnic w formatach danych między różnymi stanowiskami w sieci, za kompresję i kodowanie/dekodowanie danych, za konwersję znaków

7. Warstwa aplikacji

Odpowiada za bezpośrednią interakcję z użytkownikami, przesyła pliki, obsługuje telnet, pocztę elektroniczną, rozproszone bazy danych

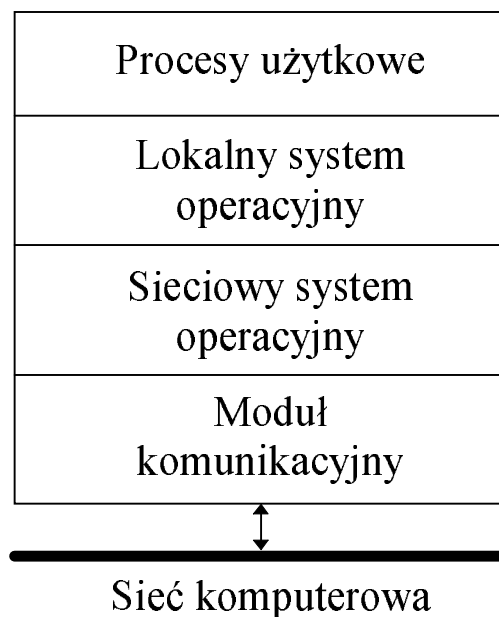
- Każdy komputer w sieci komunikacyjnej musi zapewniać trzy najniższe warstwy
- Każda warstwa przed wysłaniem dołącza do przesyłanej informacji pewien *nagłówek* (ew. *stopkę*), a po odebraniu - usuwa (**kapsułkowanie**, ang. *encapsulation*)

1: strumień bitów, 2: ramka, 3: pakiet, 4 i 5: komunikat, 6: zaszyfrowane dane, 7: dane użytkownika

- Model ISO/OSI jest b. ogólny. Każda warstwa to dodatkowy narzut na transmisję. Często implementuje się mniejszą liczbę warstw (np. TCP/IP - cztery warstwy)

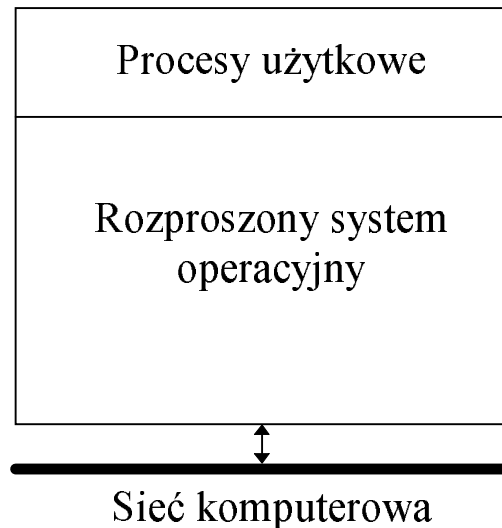
Klasyfikacja systemów operacyjnych dla SR

1. Sieciowy system operacyjny



- każdy komputer ma swój prywatny system operacyjny
- użytkownik wie, na którym komputerze pracuje, użycie zdalnego komputera wymaga jawnego zarejestrowania się na nim (rlogin, telnet)
- użytkownik wie, gdzie znajdują się jego pliki, musi jawnie przesyłać pliki między komputerem zdalnym i lokalnym (FTP)
- mała tolerancja na błędy
- przykład: NFS (Network File System firmy Sun)

2. Rozproszony system operacyjny



- słabo powiązany sprzęt, silnie powiązane oprogramowanie
- jeden system operacyjny
- użytkownicy nie muszą być świadomi liczby komputerów ani położenia swoich plików
- dostęp do zasobów zdalnych uzyskują tak samo jak do lokalnych
- przemieszczanie danych, obliczeń i procesów z jednego komputera na drugi odbywa się pod nadzorem SO
 - przemieszczanie danych: można przemieszczać całe pliki lub ich fragmenty
 - przemieszczanie obliczeń: czasem bardziej opłaca się przesłać obliczenia zamiast danych
 - przemieszczanie procesów: równoważenie obciążenia, przyśpieszenie obliczeń, preferencje sprzętowe, preferencje oprogramowania; migracja procesu może być jawna lub niejawną
- komputery w systemie rozproszonym nie są autonomiczne
- duża tolerancja na błędy
- przykład: Amoeba, Mach, Chorus, DCE,

Różnicę między systemem sieciowym i rozproszonym można wyjaśnić na podstawie położenia modułu IPC w hierarchicznej strukturze systemu operacyjnego: im moduł znajduje się niżej, tym bardziej przezroczysta staje się sieć, decyzje można podejmować globalnie, a zasobami można zarządzać za pomocą globalnych mechanizmów

Zarządzanie plikami
IPC
Zarządzanie urządzeniami we-
Zarządzanie pamięcią
Zarządzanie procesami

Operacje na plikach

Zarządzanie plikami
Zarządzanie urządzeniami we-
IPC
Zarządzanie pamięcią
Zarządzanie procesami

Zdalne operacje na plikach

Zdalne drukowanie
Zdalne korzystanie z plotera

Zarządzanie plikami
Zarządzanie urządzeniami we-
Zarządzanie pamięcią
Zarządzanie procesami i IPC

Zdalne operacje na plikach

Zdalne drukowanie
Zdalne korzystanie z ploteraZdalne tworzenie procesów,
niszczenie, szeregowanie,
synchronizacja, ochrona