ZETO
ZJEDNOCZENIE INFORMATYKI
CENTRUM PROJEKTOWANIA
I ZASTOSOWAŃ INFORMATYKI

Zygmunt Ryznar

STRUKTURALNE PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

/rozważania metodyczne/

EGZEMPLARZ BEZPŁATNY

PROBLEMY INFORMATYKI

Warszawa 1981

C. 77 208

ZETO
ZJEDNOCZENIE INFORMATYKI
CENTRUM PROJEKTOWANIA
I ZASTOSOWAŃ INFORMATYKI

681.324

Zygmunt Ryznar

STRUKTURALNE PROJEKTOWANIE SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH

/rozważania metodyczne/

PROBLEMY INFORMATYKI

Warszawa 1981

Opinia: Elżbieta Lipska
Redakcja: Jerzy Kisielnicki

Komitet Redakcyjny

Wojciech Kossakowski /przewodniczący/, Jerzy Kisielnicki /z-ca przewodniczącego/, Janina Jerzykowska /sekretarz/, Jerzy Leyk, Witold Staniszkis, Antoni Wiesnowski, Krystyn Bernatowicz, Stanisław Nelken

Wydawca

Zjednoczenie Informatyki
Centrum Projektowania i Zastosowań Informatyki. Dział Wydawnictw
00-608 Warszawa, Al. Niepodległości 190
Warszawa 1981. Nakład: 800 + 90 egz. Objętość ark. wyd. 6; ark. druk. 5. Format A5. Papier offsetowy kl.III,80g, 61x 86

Zam.48/81 GP.II/441/2773/76 Cena zł. 82.-

2-3-82-D

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE..... 6

STRUKTURALNE PROJEKTOWANIE NA TLE INNYCH METOD PROJEKTOWANIA..... 13

ISTOTA I ZASADY PROJEKTOWANIA STRUKTURALNEGO..... 26

OKREŚLENIE OBSZARU PROBLEMOWEGO W METODZIE STRUKTURALNEGO PROJEKTOWANIA..... 40

WPROWADZENIE DO PROJEKTOWANIA ELEMENTÓW STRUKTURALNYCH.... 55

PROJEKTOWANIE STRUKTUR DANYCH..... 63

PROJEKTOWANIE STRUKTURALNE PROCEDUR..... 74

UWAGI KOŃCOWE..... 83

BIBLIOGRAFIA..... 85

Praca niniejsza jest próbą sformułowania zarysu metodologii projektowania strukturalnego systemów informatycznych. Próba to ryzykowna, zważywszy, że projektowanie strukturalne znajduje się w początkowym okresie rozwoju. Podjęta została świadomie w przeświadczeniu, że dotyczy tematyki istotnej, o strategicznym znaczeniu dla dalszego rozwoju informatyki zastosowań i w obecnej postaci służyć może jako inspiracja prac naukowo-badawczych lub płaszczyzna do dyskusji.

W pracy tej z jednej strony dążyłem do wykazania, że strukturalne projektowanie stanowi jakby syntezę dotychczasowych tendencji projektowo-programowych, zaś z drugiej - starałem się podkreślić jak niekonsekwentny był dotychczasowy rozwój metodologicznych podstaw projektowania systemów w sferze informatyki, zawężany do ogólnej teorii systemów i abstrakcyjnych rozważań pojęciowych lub też do mechanizmów programowania strukturalnego albo do mechanizmów systemów zarządzania bazą danych.

Postuluję więc podporządkowanie fragmentarycznego dorobku informatyki zastosowań zasadom metodycznym, które pozwolą na racjonalny /stosowny do potrzeb/ dobór środków w warunkach przemysłowej produkcji oprogramowania. Wychodzę z założenia, że źródłem doskonalenia systemu informatycznego są na obecnym etapie rozwoju nie tyle / i nie tylko/ języki programowania, ile szeroko rozumiana technologia systemów, obejmująca przede wszystkim zagadnienia montażu różnorodnych struktur danych i uogólnionych procedur w pakiety problemowe.

Praca zawiera zasady metodyczne i propozycje rozwiązań konstrukcyjnych pochodzące z moich poszukiwań badawczych. Ocenę trafności tych wysiłków pozostawiam Czytelnikowi, którego równocześnie przepraszam za pewną skrótowość wynikającą między innymi z ograniczeń objętościowych.

Autor

WPROWADZENIE

"Musimy uznać systemy za to czym są, a mianowicie za struktury, w których komputery mogą odgrywać większą lub mniejszą rolę, ale w których równowaga kilku metod jest zapewne najlepszym rozwiązaniem.
Stara koncepcja totalnego zintegrowanego systemu przeżyła się. ... Wszystko to świadczy o nadmiernej wymyślności i nadmiernym wyrafinowaniu, o zafascynowaniu techniką, któremu nie towarzyszy analiza ekonomiczna ani zmysł praktyczny."

/P.Hermon, British Airways/

W ogólnym rozumieniu projektowanie strukturalne prowadzi do uzyskania takich elementów strukturalnych systemu, że mogą być one włączane do różnorodnych zastosowań, spełniających wymagania problemu lub konkretnej sytuacji decyzyjnej w jakiej znalazł się użytkownik systemu. Zakłada się więc, że elementy te powinny być podatne do montażu w dowolnym miejscu dowolnej jednostki projektowej, przy czym montaż dokonywany ma być tak szybko, aby obsłużyć użytkownika w trakcie trwania problemu lub sytuacji. Aby było to możliwe, należy użyć specyficznych rozwiązań konstrukcyjnych, a przede wszystkim określić kryteria strukturyzacji systemu na cząstki elementarne, zbudować te elementy i wyposażyć w standardowe łącza montażowe oraz w końcu dokonać montażu za pomocą specjalnego oprogramowania.

W projektowaniu strukturalnym mamy więc do czynienia z dwoma pozornie sprzecznymi czynnikami. Pierwszy z nich mówi o zdolności systemu do obsługi problemów nieoczekiwanych /jest to cecha wymagana do obsługi procesów decyzyjnych/, drugi zaś nawiązuje

do standardowych mechanizmów wykonawczych. Istota rzeczy polega na tym, aby za pomocą typowych /lecz skonstruowanych elastycznie/ technologicznych bloków, ewentualnie uzupełnionych o elementy specyficzne dla danego problemu, rozwiązywać szeroką klasę zadań przetwarzania danych.

W projektowaniu strukturalnym główną uwagę poświęca się organizacji struktury systemu, przez którą rozumie się uporządkowany zestaw elementów, w którym najważniejszą rolę odgrywają relacje sprzęgające. Jako kluczowe zadanie w projektowaniu strukturalnym wyróżnia się więc wyznaczenie elementów strukturalnych spośród gotowych zasobów systemu, lub zaprojektowanie nowych montowalnych elementów, oraz ustalenie relacji pomiędzy nimi. Za podstawowe elementy systemu uważa się bloki wykonawcze typu procedury i zestawy danych.

Podobnie jak w przypadku innych metod, projektowanie strukturalne nie powstało nagle i z niczego, lecz stanowi wynik ewolucji metodologii i praktyki stosowania komputerów. Jest to, jak się wydaje, V generacja technik projektowania systemów, zmierzająca do uzyskiwania systemów adaptacyjnych i rozwijalnych.

Poprzedzające generacje można określić następująco:

I - projektowanie "systemów" odcinkowych /zawężonych do określonych funkcji już w początkowej fazie projektowania/, np. "systemu" listy płac.

II - projektowanie systemów kompleksowych /obejmujących całość zagadnień istotnych dla danej jednostki organizacyjnej/ poprzez kolejne przyrastanie systemów wycinkowych.

III - projektowanie kompleksowych systemów zintegrowanych /wyposażonych w takie mechanizmy integracyjne, jak jednolity system symbolizacji danych, jednokrotna rejestracja danych, wielokrotne wykorzystanie tych samych zbiorów w różnych podsystemach/.

IV - projektowanie systemów opartych o bazy danych, czyli zorientowanych na logiczne zestawy danych, otrzymywane systemowo z fizycznych struktur danych.

W istocie rzeczy, projektowanie strukturalne korzysta w sposób naturalny z osiągnięć III i IV generacji, rezygnując z deklaratywnych obietnic na rzecz konkretnych mechanizmów wykonawczych.

Wiele nadziei wyrażanych kiedyś w wizji kompleksowych systemów zintegrowanych, zasilających w żądanym czasie /na przysłowiowe naciśnięcie guzika/wszystkich we wszystkie informacje, okazało się nierealnych i nie wytrzymało konfrontacji z czasem i z rzeczywistością. Taką nierealną definicję, odnoszącą się do zintegrowanego systemu informowania kierownictwa, podano w 1967 r. w opracowaniu nr 31 Europejskiego Programu Badawczego Diebolda /9/: "IMIS[1/] jest to system informacyjny zbudowany przy wykorzystaniu wszelkich dostępnych środków w celu wyposażenia kierowników wszystkich szczebli i w zakresie wszystkich funkcji w informacje ze wszystkich odpowiednich źródeł w celu umożliwienia im terminowego i skutecznego podejmowania decyzji w zakresie planowania, kierowania i nadzorowania czynności, za które są odpowiedzialni". Koncepcje IMIS nie miały dostatecznego podparcia metodologicznego, a właściwie nie mają do dziś, gdyż nie wiadomo było jak je projektować, jak rozwiązać software'owo rozliczne więzi integrujące dane, jak wreszcie przechowywać ogromne ilości informacji /w latach sześćdziesiątych do rzadkości należały pojemne pamięci dyskowe/ i przeszukiwać je selektywnie. Ponadto na przeszkodzie w tworzeniu systemów zintegrowanych stały trudności w określeniu potrzeb informacyjnych, skoro nie było odpowiedniego aparatu matematycznego, językowego i systemowego do modelowania działalności przedsiębiorstwa jako całości. Tę swoistą ideologię systemów zintegrowanych można uważać za intuicyjne odczucie idealnego systemu informatycznego, któremu to odczuciu towarzyszyły tradycyjne narzędzia projektowo-programowe. W latach siedemdziesiątych powstają pakiety baz danych i teoretyczne podstawy logicznych struktur danych wraz z mechanizmem niezależności danych, które stworzyły pewne przesłanki uelastycznienia systemów. W dalszym ciągu jednak implementacja systemów zintegrowanych jest kwestią, zapewne nie bliskiej, przyszłości. Interesująca może być w tym względzie ewolucja poglądów uczestników konferencji Europejskiego Programu Diebolda, którzy odeszli zdecydowanie od wyżej podanej definicji IMIS na rzecz zdrowego

---

1/ IMIS - Integrated Management Information System /Zintegrowany System Informowania Kierownictwa/.

rozsądku: "W ostatnich kilku latach wszyscy przestaliśmy mówić o systemach informacyjnych do celów zarządzania i podejrzewam, że dzieje się tak dlatego, że zdaliśmy sobie sprawę , że nie udało się nam tego zrobić i że po 15 latach mówienia o tym, lepiej będzie zamilknąć na ten temat. Ale mimo to pozostaje to naszym celem - chcemy tego i my i nasi użytkownicy" /10. s.129/. Pesymizm tego stwierdzenia, owiany końcową nutką optymizmu wynika z następującego uwarunkowania: "Jeśli mamy osiągnąć naprawdę zintegrowane przetwarzanie i przygotować decyzje kierownictwa,musimy mieć odpowiednie możliwości także do przetwarzania problemów nieoczekiwanych" /10. s.130/.

Właśnie zmienność środowiska, w którym stosujemy systemy /szczególnie w odniesieniu do jednostek gospodarczych/ jest surowym kryterium sprawdzania ich adaptacyjności. Na zmienność działalności gospodarczej /obejmującej procesy wytwarzania, zaopatrzenia, zbytu, utrzymania ruchu, itp./ składa się szereg takich czynników jak czas /np.starzenie techniczne urządzeń/, otoczenie /np. zmiana dostępnej bazy surowcowej, zmiana relacji cen w handlu zagranicznym/, zjawiska naturalne /np.zakłócenia transportowe z powodu ostrej zimy/, zmiany dyrektyw otrzymywanych od jednostek nadrzędnych, zmiany kadrowe na stanowiskach kierowniczych, zmiany algorytmów rozliczeniowych /kalkulacyjnych, płacowych/, itp. W zarządzaniu zmienność ta przejawia się w powstawaniu określonych problemów decyzyjnych /w rodzaju:kupić materiały zastępcze czy też samemu je wytwarzać/, które wymagają zasilania w nowe informacje lub też przegrupowania istniejących układów /zestawień/ informacyjnych. Tymczasem inercyjność tradycyjnych systemów informatycznych jest tak znaczna, że z trudem nadążają one rejestrować zaszłości historyczne w miesięcznym /z reguły/ cyklu przetwarzania, nie będąc w stanie prognozować informacji i współdziałać w procesach decyzyjnych. W efekcie w systemach gromadzone są znaczne zapasy informacji minimalnie wykorzystywanej, za to systematycznie aktualizowanej dużym kosztem przygotowania maszynowych nośników i absorbującej sporą część mocy obliczeniowej komputerów. Realizacja zmiennych potrzeb informacyjnych w takich systemach wymaga przeprojektowania wielu części składowych /zbiorów transakcyjnych, zbiorów głównych, ta-

bulogramów i algorytmów/, licznych zmian programowych, a często i konwersji zbiorów. Stan ten jest skutkiem przenoszenia /do sfery technologii przetwarzania/chwilowo stabilnych struktur organizacji i zarządzania, które charakteryzuje jednakże zmienność i trudność modelowania na dłuższy okres. U podstaw systemu informatycznego nie może leżeć chwilowy stan organizacyjno-decyzyjny, lecz świadomie sformułowane elementy technologiczne przetwarzania wspólne dla wielu użytkowników i wielu zastosowań lub też zawierające taki stopień swobody /elastyczności/, że możliwe staje się ich dostosowanie do nowych warunków. Elementy te należy umieć budować, montować, specjalizować /nastrajać do potrzeb/ i uzupełniać, aby otrzymać produkt odpowiadający aktualnym potrzebom. Do tego celu potrzebny jest określony aparat formalny, programowy i metodyczny. Metoda strukturalnego projektowania, której niektóre cechy prezentowane są w niniejszej pracy, wydaje się stanowić próbę stworzenia takiego aparatu. Jak już nadmieniališmy, metoda ta stanowić ma jakby syntezę dotychczasowego dorobku technologii baz danych /wyrażającego się obsługą logicznych struktur danych i niezależnością danych od programów/, strukturalnego programowania i języków specyfikacyjnych, zmierzając do utworzenia kompleksu narzędzi projektowych, które mają skrócić dystans pomiędzy koncepcją systemu adaptacyjnego a jego implementacją. Innymi słowy, metoda strukturalnego projektowania wspomagać ma projektantów działających w warunkach znacznej nieokreśloności. Zakłada się w niej odejście od konceptualizacji jako etapu najważniejszego /polegającego w przypadku IMIS na stworzeniu modelu idealizującego/ na rzecz inżynierskiej techniki /inżynierii/ projektowania elementów składowych i ich montażu. W warunkach strukturalnego projektowania struktura użytkowa systemu powstaje jako wynik, a nie jako założenie wstępne. Jest to kolejne odejście, tym razem od metody kolejnych przybliżeń Nadlera i w pewnym sensie od podejścia systemowego, a przede wszystkim od sztywnego projektowania architektonicznego /wyrażającego się w klasyfikatorze podsystemów/. Nawiązując do poprzednio wymienionych generacji projektowania, zaryzykować można twierdzenie, że projektowanie strukturalne /V generacja/ jest zweryfikowanym nawrotem do projektowania systemów odcinkowych /I generacja/ wykorzystującym dorobek pozostałych generacji.

Na tle powyższych rozważań spróbujemy sformułować cel i zadania stawiane przed strukturalnym projektowaniem. Głównym celem jest tworzenie systemu zdolnego do obsługi zmiennych potrzeb informacyjnych poprzez budowę wielu modeli technologicznych, opartych o rozmaite kombinacje zasobów programowych /proceduralnych/ i informacyjnych, nagromadzonych w bazach procedur i bazach danych. Modele te, zwane pakietami problemowymi, powstają przy użyciu specjalistycznych narzędzi projektowo-programistycznych i ukierunkowane są na obsługę konkretnych problemów, podczas gdy surowcowe zasoby noszą charakter uogólniony.

Zadania projektowania strukturalnego można ująć następująco:

- doskonalenie warsztatu projektanta i programisty,
- wykorzystanie dotychczasowego dorobku projektowo-programowego,
- zmniejszenie objętości prac dokumentacyjnych poprzez stosowanie jednoznacznych i czytelnych języków specyfikacyjnych,
- dostarczenie projektantom i programistom następujących zasad metodycznych:
  - dekompozycji systemu /problemu/, programu na elementy strukturalne z wyodrębnieniem powiązań zrealizowanych i przewidywanych,
  - konstrukcji elementów strukturalnych /w tym budowy mechanizmów wykonawczych typu selekcja, repetycje, itp. oraz konstrukcji łączy montażowych/ pasywnych i sterujących,
- zmniejszenie pracochłonności i kosztu prac projektowo-programowych poprzez wykorzystanie typowych elementów strukturalnych w różnych zastosowaniach,
- zabezpieczenie przejrzystości rozwi[illegible]ia między innymi w celu ułatwienia konserwacji, modyfikacji i korekty,
- ułatwienie podziału pracy pomiędzy względnie niezależnych wykonawców,
- ułatwienie kontroli postępu prac dzięki stosowanej standaryzacji rozwiązań konstrukcyjnych,
- zwiększenie wydajności pracy wykonawców, dzięki możności skoncentrowania ich uwagi na względnie małym obszarze działania, bez utraty spojrzenia na całość rozwiązania,
- stworzenie przesłanek metodycznych dla inżynierii systemów informatycznych /czyli dla tzw. przemysłowej produkcji oprogramowania użytkowego/.

Z listy wymienionych zadań wynika również zakres strukturalnego projektowania, obejmujący dekompozycję i kompozycję /montaż/ następujących poziomów strukturalnych: systemu /jako intuicyjnej lub domniemanej całości do zrealizowania/, problemu /jako wyodrębnionej i określonej od strony poznawczej części systemu/, programu /jako podstawowej jednostki technologicznej/, procedur i zestawów danych /jako mechanizmów wykonawczych/.

Podobnie jak w przypadku podejścia systemowego strukturalne projektowanie może być interpretowane rozciągliwie i wieloaspektowo. W literaturze, np. /62/, rozróżnia się następujące struktury systemu informatycznego:

. i/ struktura funkcjonalna,
. ii/ struktura informacyjna,
. iii/ struktura techniczna,
. iv/ struktura przestrzenna,
. v/ struktura organizacyjna,
. vi/ struktura zasileniowa,
. vii/ struktura konstrukcyjna.

Jeśli przyjąć, według /62/, że struktura informacyjna przemieszcza i przetwarza zbiór informacji wejściowych w zbiór informacji wynikowych, zaś struktura organizacyjna mówi kto steruje i użytkuje informacje, wówczas w kręgu przedmiotu niniejszej pracy będzie głównie struktura konstrukcyjna. W naszym rozumieniu projektowanie struktury konstrukcyjnej obejmuje projektowanie struktur danych, struktur procedur i struktur programów oraz struktur takich ciągów technologicznych jak zadania i programy. Ze względu na ograniczoną objętość pracy i walory metodyczne, przedmiotem naszych rozważań będą w zasadzie tylko struktury procedur i struktury danych. Ponadto zamierzamy przekazać szkicowo zagadnienie projektowania struktury funkcjonalnej, na etapie dekompozycji systemu /lub problemu/ stanowiącej tło struktury konstrukcyjnej. Wreszcie, aby uświadomić Czytelnikowi genezę i miejsce projektowania strukturalnego, postaramy się przedstawić szersze tło, jakim są ogólne metody /lub metodologie/ projektowania typu podejście systemowe, metoda kolejnych przybliżeń, podejście socjo-techniczne itp.