

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Tambahan
Sidang 1989/90

Jun 1990

CST202 - Kejuruteraan Sofwer

Masa : [3 jam]

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 7 muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab SEMUA soalan.

Semua jawapan mestilah ditulis di dalam Bahasa Malaysia.

1. (a) Katakan tiada sebarang pengoperasi telah ditakrifkan ke atas nombor asli kecuali hasil tambah (+), persamaan (=) dan lebih besar (>). Dengan menggunakan tiga pengoperasi ini dan fungsi-fungsi yang anda takrifkan sendiri dalam soalan ini, berikan takrif tersirat bagi yang berikut:
- (i) pengoperasi hasil tolak (-);
 - (ii) pengoperasi hasil darab (*)
[petunjuk: $x * y = (x - 1) * y + y$];
 - (iii) pengoperasi pembahagian (÷)
[petunjuk: $y ÷ x = a$ baki b];
 - (iv) fungsi yang menentukan sama ada suatu nombor asli y merupakan kuasa dua nombor asli x ;
 - (v) fungsi yang mengirakan kuasa dua sesuatu nombor asli n .

(30 markah)

...2/-

(b) Buktikan bahawa takrif tersirat:

$$f(a, b, N) r : \mathbb{N}$$

$$\text{post } r^2 - (a + b)(2a - r + 2b) = 0$$

dipenuhi oleh takrif langsung berikut:

$$f : \mathbb{N} \times \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$$

$$f(a, b) \triangleq a + b$$

(20 markah)

(c) (i) Berikan takrif tersirat suatu fungsi yang mengirakan unsur terbesar daripada sesuatu set nombor asli.

(ii) Berikan takrif langsung suatu fungsi yang menentukan sama ada suatu nombor asli itu merupakan nombor perdana.

(iii) Berikan takrif tersirat suatu fungsi PPS yang, apabila diberikan suatu nombor perdana sebagai hujah, akan menghasilkan nombor perdana yang terkecil daripada semua nombor asli yang lebih besar daripada hujah.

(25 markah)

(d) (i) Bincangkan apa yang dilaksanakan oleh fungsi xxx berikut:

$$xxx : \mathbb{N} \rightarrow \text{set of } \mathbb{N}$$

$$xxx(n) \triangleq yyy(1)$$

$$\text{dengan } yyy : \mathbb{N} \rightarrow \text{set of } \mathbb{N}$$

$$yyy(p) \triangleq (p) \cup yyy(PPS(p))$$

[andaikan fungsi PPS telah ditakrifkan seperti dalam c(iii)]

(ii) Sekiranya fungsi xxx diimplementasikan sebagai suatu program, bincangkan perjalanan program tersebut.

(25 markah)

...3/-

2. (a) Cara yang paling mudah untuk menspesifikasikan suatu kamus ialah dengan menggunakan set. Sesuatu kamus itu mengandungi sebilangan perkataan (yang tidak perlu ditakrifkan), dan disebabkan saiznya ia sebaik-baiknya disimpan di dalam pembolehubah luar. Bagi kamus seperti ini, berikan spesifikasi bagi operasi-operasi berikut:

- (i) Operasi ini menyemak sama ada suatu perkataan yang diberi sebagai hujah wujud di dalam kamus tersebut.
- (ii) Diberikan suatu perkataan sebagai hujah, operasi ini menambahkannya ke dalam kamus sekiranya ia belum lagi wujud.
- (iii) Diberikan sebagai hujah suatu senarai perkataan, operasi ini menyingkirkan unsur-unsur senarai ini daripada kamus sistem.
- (iv) Diberikan sebagai hujah dua perkataan yang berlainan, operasi ini menggantikan perkataan pertama dengan perkataan kedua di dalam kamus sistem sekiranya yang pertama wujud dan yang kedua tidak.
- (v) Diberikan sebuah kamus lain sebagai pembolehubah luar yang hanya boleh dibaca, operasi ini menggabungkan kamus ini ke dalam kamus sistem, dan mengeluarkan sebagai output semua perkataan yang sudah wujud dalam kamus sistem.

(40 markah)

- (b) (i) Berikan takrif langsung bagi fungsi yang mengirakan hasil bahagi bagi pembahagian dua nombor asli (iaitu fungsi - div -).
- (ii) Dengan menggunakan fungsi dari (i), berikan takrif langsung fungsi yang mengirakan baki bagi pembahagian dua nombor asli.

(30 markah)

...4/-

(c) (i) Buktikan bahawa takrif langsung berikut:

$$\Sigma : \mathbb{N} \times \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$$

$$\Sigma(p, n) \triangleq \text{if } n = 0 \text{ then } 1$$

$$\text{else } p^n + \Sigma(p, n - 1)$$

memenuhi, takrif tersirat berikut:

$$\Sigma(p, n : \mathbb{N}) r : \mathbb{N}$$

$$\text{post } r \cdot (1 - p) = (1 - p^{n+1})$$

[petunjuk: gunakan petua aruhan pada n]

(ii) Apakah fungsi yang diberikan oleh Σ di atas?

(30 markah)

3. (a) Diberikan

Rekod:: badan: {USM, DBP, NST}
terbitan: {buku, jurnal, surat khabar}
tebal: \mathbb{N}

(i) Tuliskan tandatangan fungsi mk Rekod dan pemilih-pemilih bagi objek gubahan ini.

(ii) Tuliskan suatu tak varian bagi Rekod yang menunjukkan bahawa

* hanya NST menerbitkan surat khabar (iaitu USM dan DBP tidak menerbitkannya).

* USM hanya menerbitkan jurnal-jurnal yang tidak melebihi 50 muka surat.

* buku-buku USM sentiasa lebih tebal daripada jurnal-jurnalnya.

(35 markah)

...5/-

- (b) Sebuah gerai menjual nasi, mi dan bihun. Lauk-lauknya terdiri daripada daging, udang dan ikan, walhal minuman-minuman yang dihidangkan hanya air sejuk, air manis, kopi dan teh. Mi tidak dijual dengan lauk ikan dan dihidangkan hanya dengan kopi atau air sejuk; begitu juga untuk bihun tetapi dengan kopi digantikan dengan teh. Tuliskan suatu objek gubahan disertai tak variannya untuk menspesifikasikan keadaan ini.

(20 markah)

- (c) Sebuah kamus mungkin juga diperwakilkan dengan menggunakan petakan. Umpamanya, set perkataan dalam kamus itu boleh dibahagikan kepada kumpulan-kumpulan mengikut hasil tambah kod ASCII. Suatu perkataan diletakkan di dalam kumpulan pertama sekiranya jumlah kod ASCII huruf-hurufnya bernilai di antara 0 dan 20, di dalam kumpulan kedua jika nilai itu di antara 21 dan 40, dan seterusnya.

- (i) Berdasarkan yang di atas, jika nilai kod ACSII ialah 1 bagi huruf a, 2 bagi b; 3 bagi c, dan seterusnya hingga 26 bagi z, berikan petakan bagi kamus yang mengandungi perkataan-perkataan berikut:

api, aman, aras, awas, babi, wira

- (ii) Apabila kamus ini diperwakilkan sebagai petakan seperti yang disebutkan, berikan spesifikasi suatu operasi yang menentukan sama ada dua perkataan yang diberikan sebagai hujah adalah daripada kumpulan yang sama.
- (iii) Berikan spesifikasi suatu operasi yang, apabila diberikan dua perkataan yang berlainan sebagai hujah, menggabungkan kumpulan-kumpulan yang mengandungi hujah-hujah ini.
- (iv) Gunakan dua perkataan daripada (i) dan operasi daripada (iii) untuk menggabungkan kumpulan julat 0 - 20 dengan kumpulan julat 21 - 40 (umpamanya oleh kerana bilangan perkataan dalam kumpulan 0 - 20 terlampau sedikit dan dengan itu membazirkan ruang). Tunjukkan pengiraan dan juga keputusan perlaksanaan operasi ini.

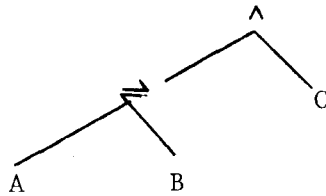
(45 markah)

...6/-

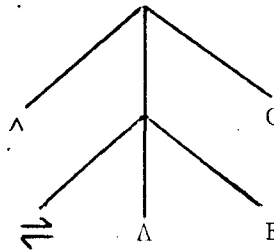
4. (a) Tuliskan suatu objek gubahan yang dapat mewakili rentetan huruf dengan cara mengasingkan huruf pertama daripada yang lain: umpamanya makan \rightarrow m.akan, tidur \rightarrow t.idur. Rentetan huruf mungkin kosong.

(25 markah)

- (b) Suatu ungkapan logik seperti $(A \Leftrightarrow B) \wedge C$ dapat digambarkan sebagai suatu rajah pohon:



Malah sekiranya ia ditukar ke dalam bentuk awalan, iaitu $\wedge \Leftrightarrow A B C$, ia dapat digambarkan seperti berikut:



- (i) Berdasarkan hujah ini, takrifkan suatu objek gubahan yang dapat mewakili ungkapan-ungkapan logik (tanpa \neg).
- (ii) Gunakan takrif ini untuk membina objek gubahan bagi contoh di atas.
- (iii) Cadangkan cara untuk mewakili pengait tak (\neg) dalam takrif ini. Berikan contohnya bagi rumus $\wedge \Leftrightarrow A B \neg C$.

(35 markah)

...7/-

- (c) Jelaskan secara ringkas (tidak lebih daripada satu muka surat) tujuan kajian kejuruteraan perisian disertai kebaikan-kebaikannya.

(40 markah)

General Properties

$$\text{inf} \quad \frac{E_1 \vdash E_2; E_1}{E_2}$$

$$\text{var-I} \quad \frac{}{x^1 \in X}$$

commutativity ($\vee / \wedge / \leftrightarrow$ -comm)

$$\frac{E_1 \vee E_2}{E_2 \vee E_1}$$

$$\frac{E_1 \wedge E_2}{E_2 \wedge E_1}$$

$$\frac{E_1 \leftrightarrow E_2}{E_2 \leftrightarrow E_1}$$

associativity ($\vee / \wedge / \leftrightarrow$ -ass)

$$\frac{(E_1 \vee E_2) \vee E_3}{E_1 \vee (E_2 \vee E_3)}$$

$$\frac{(E_1 \wedge E_2) \wedge E_3}{E_1 \wedge (E_2 \wedge E_3)}$$

$$\frac{(E_1 \leftrightarrow E_2) \leftrightarrow E_3}{E_1 \leftrightarrow (E_2 \leftrightarrow E_3)}$$

transitivity ($\Rightarrow / \leftrightarrow$ -trans)

$$\frac{E_1 \Rightarrow E_2; E_2 \Rightarrow E_3}{E_1 \Rightarrow E_3}$$

$$\frac{E_1 \leftrightarrow E_2; E_2 \leftrightarrow E_3}{E_1 \leftrightarrow E_3}$$

substitution

$$\text{=t-subst} \quad \frac{s_1 = s_2; E}{E[s_2/s_1]}$$

$$\text{=v-subst} \quad \frac{s \in X; x \in X \vdash E(x)}{E(s/x)}$$

$$\text{=-comm} \quad \frac{s_1 = s_2}{s_2 = s_1}$$

$$\text{=-trans} \quad \frac{s_1 = s_2; s_2 = s_3}{s_1 = s_3}$$

$f: D \rightarrow R$

$f(d) \triangleq c$

$e_0 = c(d_0/d)$

¹ x is arbitrary

APPENDIX A. RULES OF LOGIC

$$\underline{\Delta}\text{-subs} \quad \frac{d_0 \in D; E(e_0)}{E[f(d_0)/e_0]}$$

$$\underline{\Delta}\text{-inst} \quad \frac{d_0 \in D; E(f(d_0))}{E[e_0/f(d_0)]}$$

$f(d) \triangleq$ if c then ct else cf

$$\text{if-subs} \quad \frac{d_0 \in D; e_0; E(ct_0)}{E[f(d_0)/ct_0]} \qquad \frac{d_0 \in D; \neg e_0; E(cf_0)}{E[f(d_0)/cf_0]}$$

Definitions of Connectives

$$\text{f-defn} \quad \frac{\neg \text{true}}{\text{false}}$$

$$\wedge\text{-defn} \quad \frac{\neg(\neg E_1 \vee \neg E_2)}{E_1 \wedge E_2}$$

$$\Rightarrow\text{-defn} \quad \frac{\neg E_1 \vee E_2}{E_1 \Rightarrow E_2}$$

$$\Leftrightarrow\text{-defn} \quad \frac{(E_1 \Rightarrow E_2) \wedge (E_2 \Rightarrow E_1)}{E_1 \Leftrightarrow E_2}$$

$$\forall\text{-defn} \quad \frac{\neg \exists x \in X \cdot \neg E(x)}{\forall x \in X \cdot E(x)}$$

Relationships between Operators

$$\text{deM} \quad \frac{\neg(E_1 \vee E_2)}{\neg E_1 \wedge \neg E_2} \qquad \frac{\neg(E_1 \wedge E_2)}{\neg E_1 \vee \neg E_2}$$

$$\frac{\neg \exists x \in X \cdot E(x)}{\forall x \in X \cdot \neg E(x)} \qquad \frac{\neg \forall x \in X \cdot E(x)}{\exists x \in X \cdot \neg E(x)}$$

$$\text{dist} \quad \frac{E_1 \vee E_2 \wedge E_3}{(E_1 \vee E_2) \wedge (E_1 \vee E_3)} \quad \frac{E_1 \wedge (E_2 \vee E_3)}{E_1 \wedge E_2 \vee E_1 \wedge E_3}$$

$$\exists\vee\text{-dist} \quad \frac{\exists x \in X \cdot E_1(x) \vee E_2(x)}{(\exists x \in X \cdot E_1(x)) \vee (\exists x \in X \cdot E_2(x))}$$

$$\exists\wedge\text{-dist} \quad \frac{\exists x \in X \cdot E_1(x) \wedge E_2(x)}{(\exists x \in X \cdot E_1(x)) \wedge (\exists x \in X \cdot E_2(x))}$$

$$\forall\vee\text{-dist} \quad \frac{(\forall x \in X \cdot E_1(x)) \vee (\forall x \in X \cdot E_2(x))}{\forall x \in X \cdot E_1(x) \vee E_2(x)}$$

$$\forall\wedge\text{-dist} \quad \frac{(\forall x \in X \cdot E_1(x)) \wedge (\forall x \in X \cdot E_2(x))}{\forall x \in X \cdot E_1(x) \wedge E_2(x)}$$

Substitution

$$\wedge\text{-subs} \quad \frac{E_1 \wedge \dots \wedge E_i \wedge \dots \wedge E_n; E_i \vdash E}{E_1 \wedge \dots \wedge E \wedge \dots \wedge E_n}$$

$$\vee\text{-subs} \quad \frac{E_1 \vee \dots \vee E_i \vee \dots \vee E_n; E_i \vdash E}{E_1 \vee \dots \vee E \vee \dots \vee E_n}$$

$$\exists\text{-subs} \quad \frac{\exists x \in X \cdot E_1(x); E_1(x) \vdash E(x)}{\exists x \in X \cdot E(x)}$$

$$\text{contr} \quad \frac{E_1; \neg E_1}{E_2}$$

$$\Rightarrow\text{-contrp} \quad \frac{E_1 \Rightarrow E_2}{\neg E_2 \Rightarrow \neg E_1}$$

APPENDIX A. RULES OF LOGIC

INTRODUCTION(*op-I*) ELIMINATION(*op-E*)

| | | | |
|--------------------------|--|--|--|
| $\neg\neg$ | $\frac{E}{\neg\neg E}$ | $\neg\neg E$ | $\frac{\neg\neg E}{E}$ |
| \vee | $\frac{E_i}{E_1 \vee E_2 \vee \dots \vee E_n}$ | $E_1 \vee E_2 \vee \dots \vee E_n$ | $\frac{E_1 \vee \dots \vee E_n; E_1 \vdash E; \dots; E_n \vdash E}{E}$ |
| \wedge | $\frac{E_1; E_2; \dots; E_n}{E_1 \wedge E_2 \wedge \dots \wedge E_n}$ | $E_1 \wedge E_2 \wedge \dots \wedge E_n$ | $\frac{E_i}{E}$ |
| $\neg\vee$ | $\frac{\neg E_1; \neg E_2; \dots; \neg E_n}{\neg(E_1 \vee E_2 \vee \dots \vee E_n)}$ | $\neg(E_1 \vee E_2 \vee \dots \vee E_n)$ | $\frac{\neg E_i}{E}$ |
| $\neg\wedge$ | $\frac{\neg E_i}{\neg(E_1 \wedge \dots \wedge E_n)}$ | $\neg(E_1 \wedge \dots \wedge E_n)$ | $\frac{\neg(E_1 \wedge \dots \wedge E_n); \neg E_1 \vdash E; \dots; \neg E_n \vdash E}{E}$ |
| \Rightarrow | $\frac{E_1 \vdash E_2; E_1 \in B}{E_1 \Rightarrow E_2}$ | $E_1 \Rightarrow E_2$ | |
| $\text{vac} \Rightarrow$ | $\frac{E_2}{E_1 \Rightarrow E_2}$ | $E_1 \Rightarrow E_2$ | $\frac{E_1 \Rightarrow E_2; \neg E_2}{\neg E_1}$ |
| \Leftrightarrow | $\frac{\neg E_1}{E_1 \Rightarrow E_2}$ | $E_1 \Rightarrow E_2$ | $\frac{E_1 \Rightarrow E_2; E_1}{E_2}$ |
| \Leftrightarrow | $\frac{E_1 \wedge E_2}{E_1 \Leftrightarrow E_2}$ | $E_1 \Leftrightarrow E_2$ | $\frac{E_1 \Leftrightarrow E_2}{E_1 \wedge E_2 \vee \neg E_1 \wedge \neg E_2}$ |
| $\neg\Leftrightarrow$ | $\frac{\neg E_1 \wedge \neg E_2}{E_1 \Leftrightarrow E_2}$ | $E_1 \Leftrightarrow E_2$ | |
| $\neg\Leftrightarrow$ | $\frac{E_1 \wedge \neg E_2}{\neg(E_1 \Leftrightarrow E_2)}$ | $\neg(E_1 \Leftrightarrow E_2)$ | $\frac{\neg(E_1 \Leftrightarrow E_2)}{E_1 \wedge \neg E_2 \vee \neg E_1 \wedge E_2}$ |

$$\frac{\neg E_1 \wedge E_2}{\neg(E_1 \leftrightarrow E_2)}$$

$$\exists \quad \frac{s \in X; E(s/r)}{\exists x \in X \cdot E(x)} \quad \frac{\exists x \in X \cdot E(x); y^2 \in X, E(y/x) \vdash E_1}{E_1}$$

$$\forall \quad \frac{x^3 \in X \vdash E(x)}{\forall x \in X \cdot E(x)} \quad \frac{\forall x \in X \cdot E(x); s \in X}{E(s/x)}$$

$$\neg \exists \quad \frac{x \in X \vdash \neg E(x)}{\neg \exists x \in X \cdot E(x)} \quad \frac{\neg \exists x \in X \cdot E(x); s \in X}{\neg E(s/x)}$$

$$\neg \forall \quad \frac{s \in X; \neg E(s/x)}{\neg \forall x \in X \cdot E(x)} \quad \frac{\neg \forall x \in X \cdot E(x); y^4 \in X, \neg E(y/x) \vdash E}{E}$$

Miscellaneous

$$\exists \text{split} \quad \frac{\exists x \in X \cdot E(x, x)}{\exists x, y \in X \cdot E(x, y)}$$

$$\forall \text{fix} \quad \frac{\forall x, y \in X \cdot E(x, y)}{\forall x \in X \cdot E(x, x)}$$

$$\forall \rightarrow \exists \quad \frac{\forall x \in X^5 \cdot E(x)}{\exists x \in X \cdot E(x)}$$

$$\frac{\exists x \in X \cdot \forall y \in Y \cdot E(x, y)}{\forall y \in Y \cdot \exists x \in X \cdot E(x, y)}$$

² y is arbitrary and not free in E₁

³ x is arbitrary

⁴ y is arbitrary and not free in E

⁵ X is non-empty

Appendix B

Properties of Data

Relations

Ordering: Transitive, Reflexive, Antisymmetric.

Equivalence: Transitive, Reflexive, Symmetric.

Natural Numbers (cf. Section 3.2)

$0: \mathbf{N}$

$\text{succ}: \mathbf{N} \rightarrow \mathbf{N}$

$$\text{N-ind} \quad \frac{p(0); n \in \mathbf{N}, p(n) \vdash p(n+1)}{n \in \mathbf{N} \vdash p(n)}$$

$$\text{N-indp} \quad \frac{p(0); n \in \mathbf{N}_1, p(n-1) \vdash p(n)}{n \in \mathbf{N} \vdash p(n)}$$

$$\text{N-cind} \quad \frac{n, m \in \mathbf{N}, m < n \Rightarrow p(m) \vdash p(n)}{n \in \mathbf{N} \vdash p(n)}$$

Sets (cf. Section 4.3)

s, s_i are sets

$\{\}$: set of X

$\otimes: X \times \text{set of } X \rightarrow \text{set of } X$