

誌上討論

“算術式の直接計算について”に対する回答*

森下 俊三** 稲垣 康善*** 福村 晃夫***

本誌1970年12月号 (Vol. 11, No. 12) に記載された野崎氏の私共の論文¹⁾に対する誌上討論“算術式の直接計算について”に対する回答を述べさせていただきたい。野崎氏のご質問の要点は、次の3点であると思われる。

- (1) 直列・並列の2処理方式の演算速度の比較のために用いた改善度 ϵ のとり方の妥当性。
- (2) 算術ステートメントのコンパイルの簡便化がコンパイラ全体の効率の改善に及ぼす程度。
- (3) 会話型モードにおける算術ステートメントの自動直接計算の必要性の程度。

まず、(1)については、私共は、演算速度の改善度 ϵ として

$$\epsilon = \frac{\text{(直列演算時間 } T_i)}{\text{(並列全処理時間 } T_i) - \text{(並列変換時間 } T_q)}$$

をとったのであるが、これは、直列演算時間に対する(並列処理時間における陽の演算時間 T_p) = $T_i - T_q$ の比の逆数であり、その意味で、並列処理の場合に真に演算実行のためにのみ必要な時間が直列処理の場合のどれくらいの割合になるかという観点からの改善度を定義している。私共も本論文¹⁾の4.1の最初に述べたように全処理時間によって両方式を比較することの必要性を感じていたのであるが、コンパイル方式によって変換時間が大きく変わるのをおそれたこと、その時間の適当な推定方法に思いがたなかったために上述の ϵ を採用した。

しかし、ご指摘のように、直列変換時間を T_q で近似することによって

$$\epsilon' = \frac{T_q + T_i}{T_i} = \frac{(T_i - T_p) + T_i}{T_i}$$

が計算される。PADEM によるシミュレーションで、

Table 1 The simulation results of ϵ'

No.	算術式の型	T_i	T_p	T_q	ϵ'
1	$v=a$	25.00	0.00	2.50	1.10
2	$v=a+b$	38.00	0.00	6.00	1.16
3	$v=a*b$	41.00	1.50	10.00	1.21
4	$v=a/b$	46.00	6.50	15.00	1.18
5	$v=a*b+c$	51.00	0.00	13.50	1.26
6	$v=a+b*c$	54.00	1.50	13.50	1.22
7	$v=a/b+c$	56.00	5.00	18.50	1.24
8	$v=a+b/c$	59.00	6.50	18.50	1.20
9	$v=a+b+c$	50.00	0.00	9.50	1.19
10	$v=a*b/c$	59.00	6.50	22.50	1.27
11	$v=a/b*c$	59.00	6.50	22.50	1.27
12	$v=a+b*c*d$	67.00	1.50	21.00	1.29
13	$v=(a+b)/v$	62.50	6.50	18.50	1.19
14	$v=a+(b+c)$	54.50	0.00	9.50	1.17
15	$v=a*b+c*d$	67.00	1.50	21.00	1.29
16	$v=a*(b+c)$	57.50	1.50	13.50	1.21
17	$v=a+b/c*d$	72.00	6.50	26.00	1.27
18	$v=a/b*c/d$	77.00	11.50	35.00	1.31
19	$v=a/b+c/d$	77.00	11.50	31.00	1.25
20	$v=a+b*c/d$	67.00	1.50	21.00	1.29
21	$v=a+b*c*d$	72.00	6.50	26.00	1.27
22	$v=a/(b*c)$	63.50	6.50	22.50	1.25
23	$v=(a+b)*c$	57.50	1.50	13.50	1.21
24	$v=a/(b+c)$	62.50	6.50	18.50	1.19
25	$v=a+b*c+d*e$	80.00	1.50	24.50	1.29
26	$v=(a+b*c)/d$	75.50	6.50	26.00	1.26
27	$v=a+(b+c)*d$	70.50	1.50	17.00	1.22
28	$v=a+b*(c+d)$	70.50	1.50	17.00	1.22
29	$v=a*(b+c)/d$	76.50	5.50	26.00	1.27
30	$v=(a+b+c)*d$	69.50	1.50	17.00	1.22
31	$v=a*(b+c)/d$	75.50	6.50	26.00	1.26
32	$v=(a+b)*c+d*e$	83.50	1.50	24.50	1.28
33	$v=(a*(b+c))/d$	79.00	6.50	26.00	1.25
34	$v=a*b+c*d+e*f$	93.00	1.50	32.00	1.33
35	$v=a*b*c+d*e*f$	93.00	1.50	36.00	1.37
36	$v=(a+b)/(c+d)$	79.00	6.50	22.00	1.20
37	$v=(a*b+c*d)*e+f$	93.50	0.00	32.00	1.34
38	$v=(a+b/(c*d))*e$	91.00	3.50	33.50	1.33
39	$v=a+b*c/d+e*f/g$	114.50	10.50	49.50	1.34
40	$v=a*b+b*c*(d+e*f)$	109.50	1.50	39.50	1.35
41	$v=a*b+(c+d)*e*f$	108.50	1.50	39.50	1.35
42	$v=(a*b+c*d)*e/f+g$	110.50	5.00	40.50	1.32
43	$v=(a+b)*c*d+e*f+g$	106.50	0.00	35.50	1.33
44	$v=((a+b)*c+d)*e+f$	98.00	0.00	28.00	1.29
45	$v=a+(b+c*d+e)*f/g$	114.50	6.50	40.50	1.30
46	$v=a*b+c*(d+e/f)*g$	115.50	5.50	44.50	1.34
47	$v=a*b+c*d*e*f+g*h$	119.00	1.50	47.00	1.38

* Reply to the discussion "On Direct Execution of Arithmetic Statements", by Shunzo Morishita, Yasuyoshi Inagaki and Teruo Fukumura (Faculty of Engineering, Nagoya University)

** 名古屋大学工学部 (現在、日本電信電話公社)

*** 名古屋大学工学部電気工学教室

No.	算 術 式 の 型	T_i	T_p	T_s	ϵ'
48	$v=(a+b)*c+(d+e)*f*g$	112.00	1.50	35.50	1.30
49	$v=(a*b+c)*d*e+f*g+h$	119.50	0.00	43.00	1.36
50	$v=a+(b*c+d+e*f)*g/h$	126.50	6.50	48.00	1.33
51	$v=(a*(b+c*d))/(e*f)$	110.50	6.50	41.00	1.31
52	$v=(a+b*c*d*e)/(f+g*h*i)$	145.00	6.50	59.50	1.37
53	$v=(a+b/c*(d*e+f*g*h))/(i+j/k*l)$	194.50	12.50	88.00	1.39

T_i , T_p , T_s が測定されているので、これらの値から計算した ϵ' の実験値を **Table 1** に掲げる。何かの参考になれば幸いである。

また、念のために、 ϵ' は次の変形が示すように、2 をこえることはないことを付け加えておこう。すなわち、 $T_i - T_p < T_i$ であるから

$$\epsilon' = \frac{T_i + (T_i - T_p)}{T_i} = 1 + \frac{T_i - T_p}{T_i} < 2$$

さて、(2), (3) についてであるが、現在の計算機技術の状況の中で、しかも算術式の処理についてののみその意味を問うとすれば、ご指摘の点は当を得ているよ

うに思われる。しかし、私共としては、プログラム言語のもう少し広い範囲の処理についても、同様な考え方をすることができるのではないかと考えながら、対象を比較的是っきりさせることのできる算術式について検討を試みたのである。ちなみに、Table 1 において、この方式はより長い文に対するほど一般には有効であると認められることに着目されたい。また、本方式は、ソフトウェアの負荷をハードウェアへの負荷に振り替える一つの試みとしても考えたい。これら応用についての考え方については、大方のご批判・ご教示をいただきたい。

参 考 文 献

- 1) 森下, 稲垣, 福村: “算術ステートメントの並列形直接実行装置の設計”, 情報処理, 11 巻 7 号, p. 400-410 (1970)
- 2) 野崎昭弘: “算術式の直接計算について”, 情報処理, 11 巻 12 号, p. 751-752 (1970)
(昭和 46 年 1 月 16 日受付)

雑 報

「漢字など国字の入出力装置セミナー」のテキスト頒布について

前号 (昭和 45 年 3 月号——第 12 巻 3 号) で文献紹介しました標記セミナーのテキスト (A 4, 308 pp.)

Preprints for Seminar on Input/Output Systems

for Japanese and Chinese Characters.
の残部がありますので、ご希望の方は、代金 ¥5,000 (送料を含む) を添え、学会事務局へお申し込み下さい。