DFN-RPC, SUN-RPC, DCE RPC und PVM im Vergleich

Das Netzwerk ist auch heute noch oft ein Hindernis bei der Verteilung technisch-wissenschaftlicher Anwendungen zwischen Workstation und Compute Server. Unsere Benchmarks zeigen, daß die hierbei eingesetzten Werkzeuge -- RPC-Tools oder Massage-Passing-Library -- oft nicht die volle Leistung realisieren. Während der DFN-RPC aufgrund seiner Implementierung nahezu die Geschwindigkeit von TCP-Sockets besitzt, erreichen SUN-RPC und der RPC des DCE nur ca. 75 Prozent und PVM 3.0 nur etwa ein Drittel dieser Leistung.

Die Benchmarks vergleichen vier Software-Produkte, mit denen man Anwendungsprogramme zwischen verschiedenen Rechnern verteilen kann:

- der DFN-RPC 1.0, ein RPC-Tool, optimiert für Fortran-Programme
- das PVM 2.4.1 und 3.0, eine Message-Passing-Library
- der SUN-RPC (ONC), ein RPC-Tool (zur System-Programmierung) und
- der RPC des DCE, IBM-Release 1.2.9310.0, OSF-Release 1.0.1.

Beim ersten Benchmark wurden zwei durch Ethernet, FDDI, Cisco- und NSC-Router verbundene IBM RS/6000 Workstations eingesetzt. Der RPC des DCE und PVM benutzen UDP und ein eigenes Protokoll zur End-zu-End-Flußkontrolle, während der DFN-RPC und der SUN-RPC TCP einsetzen.

Bei den Tests wurden jeweils 1, 3 oder 64 kByte Realzahlen (je 4 Byte) als Input- oder Output-Parameter übertragen. Hierbei wurde jeweils die Übertragungsgeschwindigkeit in kByte/sec gemessen. Die Dauer einer Transaktion wurde mit Subroutine-Calls mit leerer Parameterliste in ms/Call gemessen.

Der DFN-RPC wurde mit der Default-Puffergröße von 2400 Bytes eingesetzt. Die Puffergröße ist optimierbar zwischen 600 Bytes und 64 kBytes. Vor allem bei Hochgeschwindigkeitsnetzen (>100 MBit/s) kann man durch einen 64 kB-Puffer deutliche Geschwindigkeitssteigerungen erzielen -- s.a. untenstehende Loopbackmessungen.

Bei PVM wurde der Remote-Procedure-Call durch das Versenden entsprechender Messages simuliert. Die relativen Angaben in Prozent vergleichen die Geschwindigkeit von PVM, SUN-RPC und DCE RPC mit der des DFN-RPCs. Bei den Transaktionen beziehen sich die %-Werte folglich auf den Kehrwert (Calls/ms).

Zwischen zwei IBM RS/6000 erhält man:

Calls mit	Einheit	DFN	RPC	PVM	3.0	SUN	RPC	DCE	RPC
	abs.	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
64 kB In	kByte/s	499	100	157	32	357	72	376	75
64 kB Out	kByte/s	392	100	124	32	250	64	326	83
3 kB In	kByte/s	196	100	82	42	134	68	141	72
3 kB Out	kByte/s	124	100	78	63	117	94	140	113
1 kB In	kByte/s	92	100	38	41	77	84	70	76
1 kB Out	kByte/s	90	100	37	41	69	77	66	73
Durchschnitt	kByte/s	232	100	86	37	167	72	187	80
Transaktion	ms/Call	5.8	100	19.7	29	7.3	79	10.3	56

Hierbei war eine der beiden CPUs durch einen Daemon mit 100% ausgelastet. Es wurden jeweils drei Messungen durchgeführt. Da diese kaum Abweichungen zeigten, sind sie zum Vergleich der Produkte geeignet.

SUN-RPC und DCE-RPC sind etwa gleich schnell. Der DFN-RPC ist etwa um 1/4 schneller. PVM ist nur halb so schnell. Hierbei bilden aber die Transaktionen beim DCE eine Ausnahme. Der DCE RPC benötigt für eine Transaktion 10.3 ms (d.h. 1.8 mal solange wie der DFN-RPC), obwohl er UDP benutzt -- oder vielleicht gerade deshalb, da dadurch im Anwendungsprozeß das End-zu-End-Flußkontroll-Protokoll durchgeführt werden muß?

Bei PVM sieht man bei den Transaktionen deutlich, daß hier noch zwei weitere PVM-Daemons involviert sind. Beim DFN-RPC überrascht der schlechte Durchsatz bei 3 kByte-Out -- eine mögliche Erklärung zeigen die Messungen zwischen zwei IRIS Indigos.

Wenn sich Client und Server auf der selben RS/6000 530 befinden, sind die Unterschiede noch ausgeprägter:

Calls mit	DFN	RPC	DFN	64k	PVM	3.0	SUN	RPC	DCE	RPC
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
64 kB In	1081	100	1336	124	286	25	331	31	159	15
64 kB Out	1099	100	1481	135	286	24	356	32	203	19
3 kB In	593	100	750	127	185	31	268	45	433	73
3 kB Out	577	100	778	135	185	32	268	46	433	75
1 kB In	366	100	376	103	88	24	145	40	156	43
1 kB Out	355	100	385	109	84	24	165	47	163	46
Durchschnitt	679	100	851	125	186	27	256	38	258	38
		(80)		(100)		(22)		(30)		(30)
Transaktion	2.4	100	2.3	104	9.0	27	3.8	63	6.0	40

In der Tabelle wurden die Messungen beim DFN-RPC für zwei verschiedene Puffergrößen durchgeführt. Der relative Vergleich ist auf den DFN-RPC mit der Default-Puffergröße von 2400 Bytes bezogen. Die Werte in Klammern sind auf den DFN-RPC mit 64 kByte Puffer bezogen.

Auffallend ist der deutliche Einbruch des DCE bei großen Datenmengen. Zum Vergleich wurden die Messungen auch zwischen zwei Silicon Graphics Iris Indigo mit R3000 bzw. R4000 Prozessor durchgeführt (ohne DCE):

Calls mit	Einheit	DFN	RPC	PVM	2.4	PVM	3.0	SUN	RPC
	abs.	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
64 kB In	kByte/s	167	100	165	99	237	142	119	71
64 kB Out	kByte/s	591	100	169	29	240	41	230	39
3 kB In	kByte/s	473	100	90	19	216	46	384	81
3 kB Out	kByte/s	453	100	93	21	203	45	163	36
1 kB In	kByte/s	292	100	49	17	103	35	206	71
1 kB Out	kByte/s	291	100	52	18	108	37	185	64
Durchschnitt	kByte/s	378	100	103	27	185	49	215	57
Transaktion	ms/Call	1.5	100	11.8	13	6.9	22	2.5	60

Weitere Messungen zeigten, daß der schlechte Durchsatz bei “64kB IN” beim DFN-RPC auf Paketverluste am Ethernet-Interface zurückzuführen sind (ca. 170 Pakete mit jeweils 200 ms Zeitverlust).

Und wenn Client und Server auf einer IRIS mit R3000 laufen:

Calls mit	DFN	RPC	PVM	2.4	PVM	3.0	SUN	RPC	DFN	64k
	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
64 kB In	1012	100	157	16	486	48	320	32	1481	146
64 kB Out	1040	100	123	12	492	47	320	31	1422	137
3 kB In	705	100	105	15	331	47	450	64	868	123
3 kB Out	727	100	91	13	326	45	450	62	938	129
1 kB In	455	100	58	13	154	34	250	55	455	100
1 kB Out	455	100	53	12	154	34	250	55	455	100
Durchschnitt	732	100	98	13	324	44	340	46	937	128
Transaktion	1.4	100	11.4	10	4.9	29	2.1	67	1.4	100

Ein weiteres Problem zeigte sich beim SUN-RPC. Bei Paketgrößen über 3.9 KByte kann es vorkommen, daß jeder Call 200 ms benötigt, was bei 4 kB Daten pro Call eine Übertragungsgeschwindigkeit von **nur 20 KByte/sec** ergibt. Dieses Phänomen trat auf, wenn Client und Server-Prozeß beide auf dem gleichen Rechner sind (getestet mit

SGI IRIS, IBM RS/6000 unter Vollast, SUN) oder bei zwei direkt mit Ethernet verbundenen IRISen, während es bei Loopbackmessungen auf einer leeren IBM RS/6000 530 oder zwischen zwei über Router verbundenen IRISen oder IBM RS/6000 **nicht** auftrat.

DCE und SUN-RPC benötigen ca. das 2.2-fache an CPU-Zeit wie der DFN-RPC, PVM sogar das 3.6-fache.

Die Meßprotokolle liegen auf `rusinfo` unter `info/benchmarks/dce_dfn.ps`. Eine Einführung zum DFN-RPC war in der BI. 3/93 abgedruckt.

Werner Kollak, NA -5982
E-Mail: `kollak@rus.uni-stuttgart.de`

Rolf Rabenseifner, NA -5530
E-Mail: `rabenseifner@rus.uni-stuttgart.de`

Hans Dieter Reimann, NA -5790
E-Mail: `reimann@rus.uni-stuttgart.de`