DFN-RPC im Vergleich

Dipl.-Math. Rolf Rabenseifner
Dipl.-Ing. Werner Kollak
Universität Stuttgart
Rechenzentrum

Im Zuge der verstärkten Aktivitäten im Bereich der Hochgeschwindigkeitsnetze gewinnen Tools, die die verteilte Ausführung von Anwendungsprogrammen auf mehreren Rechnern ermöglichen, zunehmend an Bedeutung. Hierzu wurde im Auftrag des DFN-Vereins am Rechenzentrum der Universität Stuttgart das DFN-Remote Procedure Call Tool (DFN-RPC) entwickelt. Es wurde bereits in Heft 31 (3/1993) der DFN-Mitteilungen vorgestellt.

Dieser Artikel vergleicht die Leistungsdaten des DFN-RPC mit den RPC-Tools der Distributed Computing Environment (DCE) und des Open Network Computing (ONC= SUN-RPC) sowie der Message Passing Library PVM (Parallel Virtual Machine).

Wesentliche Forderungen an ein RPC-Tool aus technisch-wissenschaftlicher Sicht sind einfache Handhabung und hohe Übertragungsgeschwindigkeit.

Funktionalität

Für die Handhabbarkeit am wichtigsten ist das Language-Binding und bei RPC-Tools ein komfortabler Stubgenerator. Der DFN-RPC besitzt ein Fortran-Binding, SUN-RPC und DCE-RPC ein C-Binding und PVM beide Bindings. Probleme, die beim Einsatz von RPC-Tools mit C-Binding bei Fortran-Programmen auftreten, sind in [5] näher untersucht. Während der DCE RPC und der DFN-RPC mächtige Stubgeneratoren besitzen, kann man den des SUN-RPC nur bedingt für die Anwendungsprogrammierung empfehlen.

Leistungsvergleich

Für die Leistungsmessung verglichen wir

- das DFN Remote Procedure Call Tool (DFN-RPC), Rel 1.0.19, über TCP,
- mit der Message Passing Library PVM, Rel. 3.2.2 mit direkten TCP Task-to-Task Links [1],
- PVM mit TCP-UDP-TCP-Links indirekt via PVM-Daemons und der
- RPC des ONC (SUN-RPC) mit TCP.

Diese Messungen wurden mit einem fast leeren Ethernet zwischen einer Sillicon Graphics Indigo mit R3000 und einer mit R4000 Prozessor jeweils unter IRIX 4.0.5F.E++ durchgeführt.

Für den Vergleich mit dem RPC des OSF-DCE nutzten wir eine IBM RS/6000-530 und eine -220 Workstation an zwei per CISCO-Router verbundenen Ethernets. Hier verglichen wir:

- DFN-RPC, Rel. 1.0 [3,4] mit
- DCE RPC, IBM-Rel.1.2 (OSF-Rel. 1.0.2) mit TCP-Protokollstack und
- DCE RPC, gleiches Release, mit UDP.

Bei den Tests wurden jeweils 1, 3 oder 64 kByte Realzahlen (je 4 Byte) als Input- oder Output-Parameter übertragen und die Übertragungsgeschwindigkeit in kByte/sec gemessen. Die Round-Trip-Time wurde mit Subroutine-Calls mit leerer Parameterliste in ms/Call gemessen. Die Meßprotokolle sind im World-Wide-Web dokumentiert unter:

ftp://ftp.uni-stuttgart.de/pub/rus/dfn_rpc/README_dfnrpc.html

Bei PVM wurde der Remote-Procedure-Call durch das Versenden entsprechender Messages simuliert. Die relativen Angaben in Prozent setzen in jeder Zeile der Tabellen die Meßwerte bei PVM, SUN-RPC und DCE RPC in Beziehung zu den Ergebnissen des DFN-RPCs. Die gesamte Meßreihe wurde dreimal wiederholt und zeigte dabei kaum Abweichungen. In den Tabellen sind deren Durchschnittswerte und der Gesamtdurchschnitt angegeben.

Tabelle 1 zeigt Messungen zwischen 2 Workstations über ein bzw. zwei Ethernets, während Tabelle 2 die Messungen mit Client- und Server-Prozeß auf der gleichen Workstation wiedergibt.

Zusammenfassung

Es überrascht, wie gering die Leistung von DCE, SUN-RPC und PVM ist im Vergleich zum DFN-RPC, der intern nur mit den nötigen BSD-Socket Systemcalls eine TCP-Verbindung nutzt, wobei auch hier die nominale Netzwerkgeschwindigkeit nicht erreicht wird. Hierzu sind komplexere Lösungen notwendig, wie sie z.B. beim Peregrine High-performance RPC implementiert sind [2].

Tabelle 1: Übertragungsgeschwindigkeit und Delay zwischen zwei Workstations

				zwischen zwei SGI Iris mit R3000, bzw. R4000 Proc.								zwischen IBM RS/6000-530 und -220					
Call mit			Unit	DFN-RPC 1.0.19		PVM 3.2.2		PVM indirekt		SUN-RPC mit TCP		DFN-RPC 1.0		DCE UDP IBM 1.2		DCE TCP IBM 1.2	
				abs.	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
64	kByte	In	kByte/s	739	100	376	51	328	44	447	60	500	100	42	8	344	69
64	kByte	Out	kByte/s	755	100	373	49	323	43	610	81	579	100	312	54	311	54
3	kByte	In	kByte/s	549	100	363	66	200	36	377	69	172	100	128	75	163	95
3	kByte	Out	kByte/s	427	100	326	76	194	47	322	76	256	100	189	74	209	82
1	kByte	In	kByte/s	313	100	203	65	95	30	246	79	130	100	88	68	94	73
1	kByte	Out	kByte/s	283	100	200	71	94	33	214	76	132	102	84	65	96	74
Gesamtdurchschnitt			kByte/s	511	100	307	60	206	40	320	63	294	100	141	50	203	70
Leerer Call			ms/Call	2.0	100	3.2	160	8.1	405	2.3	115	4.2	100	8.2	195	6.9	164

Die Übertragungsraten von SUN-RPC, PVM mit Task-to-Task Link und DCE mit TCP-Protokollstack sind vergleichbar, erreichen aber nur ca. 60% bis 80% der Leistung des DFN-RPCs, während PVM mit indirekter Kommunikation nur ca. 40% erreicht. DCE mit UDP-Protokollstack hat deutliche Leistungseinbrüche bei großen Datenmengen pro Call. Bei der Dauer eines RPCs mit leerer Parameterliste schneidet nach dem DFN-RPC der SUN-RPC noch gut ab, während DCE mit UDP und vor allem PVM-indirekt besonders schlecht abschneiden. Wer bei PVM auf Leistung Wert legt, der muß dem Design von PVM entsprechend die direkten Task-to-Task Links einsetzen. Dagegen weist das schlechte Abschneiden von DCE mit UDP-Protokollstack auf Design- oder Implementierungs-Fehler hin. Vor allem die leeren Calls sind ziemlich langsam. Der DCE RPC benötigt für einen leeren Call 8.2 ms (d.h. 1.95 mal solange wie der DFN-RPC), obwohl er UDP benutzt, oder vielleicht gerade deshalb, weil dadurch im Anwendungsprozeß das End-zu-End-Flußkontroll-Protokoll durchgeführt wird.

Tabelle 2: Übertragungsgeschwindigkeit und Delay, wenn Client und Server auf der gleichen Workstation laufen

				auf einer SGI Iris Indigomit R3000 Processor								auf einer IBM RS/6000 -220					
Call mit			Unit	DFN-RPC 1.0.19		PVM 3.2.2		PVM indirekt		SUN-RPC mit TCP		DFN-RPC 1.0		DCE UDP IBM 1.2		DCE TCP IBM 1.2	
				abs.	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%	abs.	%
64	kByte	In	kByte/s	2560	100	323	13	457	18	320	13	800	100	222	28	674	84
3	kByte	In	kByte/s	982	100	450	46	292	30	441	45	403	100	305	76	431	85
1	kByte	In	kByte/s	417	100	220	53	135	32	235	56	264	100	120	45	127	48
Leerer Call			ms/Call	1.7	100	3.1	182	5.6	329	2.3	135	3.1	100	8.0	258	7.6	245

Wenn sich Client und Server auf der selben Workstation befinden, sind die Unterschiede noch ausgeprägter, da hier als Netzwerk das interne Bus-System dient. Bei der 64-kByte-Messung zeigten PVM mit direkten Task-to-Task Links, der SUN-RPC und der DCE RPC mit UDP-Protokollstack deutliche Einbrüche. Bei den leeren Calls schnitt auch im Vergleich zu Tabelle 1 der DCE RPC bei beiden Protokollstacks sehr schlecht ab. Weitere Messungen auf Rechner von Sun und Silicon Graphics zeigten, daß der SUN-RPC bei Datenmengen über 3.9 kBytes Probleme hat, die im Extremfall zu einer festen Aufrufdauer von 200 ms und damit bei 3.9 kB Daten zu einer Übertragungsgeschwindigkeit von 19.5 kByte/s führen [5].

Literatur

[1] Geist, A. et al.: PVM 3 User's Guide and Reference Manual. ORNL/TM-12187, Oak Ridge National Laboratory, Tennessee (5/1993)

[2] Johnson, D. B., W. Zwaenepoel: The Peregrine High-performance RPC System. Software-Practice and Experience 23(2) (1993) 201—221

[3] Rabenseifner, R., H.D. Reimann: Verteilte Anwendungen über Hochgeschwindigkeitsdatenkommunikation, der DFN Remote Procedure Call. Benutzerhandbuch, Rel. 1.0, Rechenzentrum Universität Stuttgart, 23.11.1992.

[4] Rabenseifner, R., H.D. Reimann: Verteilte Anwendungen mit dem DFN-RPC. DFN Mitteilungen 31 (3/1993)

[5] Rolf Rabenseifner, Armin Schuch: Comparison of DCE RPC, DFN-RPC, ONC and PVM. In Alexander Schill (Ed.), DCE - The OSF Distributed Computing Environment, International DCE Workshop, Proceedings, p. 39-46, Karlsruhe, Germany, Oct. 7-8, 1993.

Das DFN-RPC-Projekt wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (Kennzeichen TK 558 VA005.1) gefördert.●