

NTP

D. Leeuw

15 januari 2024
v.0.8.0



© 2023 Dennis Leeuw

Dit werk is uitgegeven onder de Creative Commons BY-NC-SA Licentie en laat anderen toe het werk te kopiëren, distribueren, vertonen, op te voeren, en om afgeleid materiaal te maken, zolang de auteurs en uitgever worden vermeld als maker van het werk, het werk niet commercieel gebruikt wordt en afgeleide werken onder identieke voorwaarden worden verspreid.

Over dit Document

0.1 Leerdoelen

Na het bestuderen van dit document heeft de lezer kennis van de reden waarom we NTP gebruiken en welk probleem er door NTP wordt opgelost.

0.2 Voorkennis

Er wordt van de lezer verwacht dat deze kennis heeft van de volgende onderwerpen:

- TCP/IP
- CMOS en BIOS tijd

Inhoudsopgave

Over dit Document	i
0.1 Leerdoelen	i
0.2 Voorkennis	i
1 Inleiding	1
2 De lokale tijd	3
3 De netwerk tijd	5
4 NTP	7
4.1 NTP Servers	7
4.2 NTP Client	7
Index	9

Hoofdstuk 1

Inleiding

NTP, het Network Time Protocol, is een protocol dat over het Internet en lokale TCP/IP netwerken gebruikt wordt om te zorgen dat alle systemen dezelfde tijd hebben. NTP is een application layer protocol. Werkstations gebruiken NTP-servers om hun klokken mee te synchroniseren.

Hoofdstuk 2

De lokale tijd

Je computer houdt de tijd bij. Standaard is dat een functie van het CMOS, dus ook als de computer uit staat wordt de tijd bijgehouden. De klok van je computer is afhankelijk van het kristal op het moederbord. Elk kristal is uniek en heeft dus ook een unieke frequentie. Computers lopen na verloop van tijd niet meer gelijk met de tijd in de wereld. Dit geldt overigens niet alleen voor computers ook klokken lopen na verloop van tijd voor of achter. De vraag die ontstaat is: wat is dan die tijd in de wereld?

Tegenwoordig gebruiken we atoomklokken om de tijd van de wereld in uit te drukken. Zie voor de werking van een atoomklok deze link: <https://www.quantumuniverse.nl/hoe-werkt-een-atoomklok>.

We hebben afspraken gemaakt om te zorgen dat iedereen op tijd op zijn werk is. We hebben de aarde opgedeeld in tijdzones. Binnen een tijdzone is de tijd hetzelfde is. Zo is het in Nederland, België, Frankrijk en Spanje altijd op hetzelfde moment 12:00 uur. In het Verenigd Koninkrijk is het een uur later dan bij ons en in Rusland is het een uur vroeger dan bij ons, zij zitten in een andere tijdzone. Tijdzones lopen van de Noordpool naar de Zuidpool en binnen zo'n zone houden we dezelfde tijd aan. De nul-lijn voor de lengte graad ligt over Greenwich in het Verenigd Koninkrijk. In Nederlands zitten we dus op +1 en in Rusland op +2 ten opzichte van die nul-lijn. Als we de andere kant op gaan van de nul-lijn dan komen we in New York en zitten we op -5 uur ten opzichte van de nul-lijn. Een factor die het hele verhaal nog iets complexer maakt is het gebruik van de zomer- en wintertijd.

Er is dan ook voor gekozen om één universele tijd te hebben en daaruit de lokale tijd te berekenen. Die universele tijd wordt UTC (Coordinated Universal Time). Als je wil weten waarom de afkorting afwijkt van de naam verwijzen we je graag naar de Wikipedia-pagina https://en.wikipedia.org/wiki/Coordinated_Universal_Time. De voorganger van UTC is GMT ofwel Greenwich Mean Time.

Hoofdstuk 3

De netwerk tijd

De tijd wordt bijgehouden door atoomklokken. Het is onhandig om een atoomklok in te bouwen in elke computer. De meest eenvoudige oplossing is om de tijd uit te zenden via de lucht en deze weer op te vangen met een ontvanger. Dat gebeurt met de DCF77 Tijdseinzender in Duitsland. Wekkers, stationsklokken en elk ander apparaat kan dit signaal ontvangen en zorgen dat zijn interne klok gesynchroniseerd is met deze klok. Een ontvanger voor deze zender inbouwen in een computerkast is lastig want de standaard kasten zijn van staal en ontvangen dus geen radiosignalen van buitenaf, dat is precies de reden waarom ze van staal zijn om verstoring van buitenaf te minimaliseren. Er zou natuurlijk een ontvanger ingebouwd kunnen worden met een antenne buiten de kast, dat is een mogelijke oplossing en die oplossingen bestaan ook.

Daar tegenwoordig bijna elke computer aan een netwerk hangt is het handiger om de tijd via het netwerk te versturen. We moeten dan natuurlijk wel rekening houden met de vertragingen op het netwerk en daar compensatie berekeningen op loslaten, maar met wat goede wil en een paar hele slimme programmeurs moet dat te doen zijn. De oplossing die we tegenwoordig kennen heet NTP (Network Time Protocol).

Op het Internet zijn er tijdsservers die op een manier de atoomkloktijd doorzetten naar het Internet. Als iedereen tegen deze servers aan zou praten dan zou er al snel niet voldoende bandbreedte zijn. Om dit probleem op te lossen, de oplossing voor dit probleem is het gebruik van zogenaamde NTP-pools. Vele servers samen vormen een pool waarbinnen de tijd gesynchroniseerd wordt, door tegen zo'n pool te praten wordt de load op het netwerk verdeeld. Je kan zelf ook een NTP-server opzetten en je aansluiten bij zo'n pool zodat je onderdeel wordt van de oplossing. Er zijn natuurlijk wel enkele eisen waaraan je moet voldoen om mee te doen met zo'n pool. Eén van die eisen is dat de server 24/7 beschikbaar moet zijn.

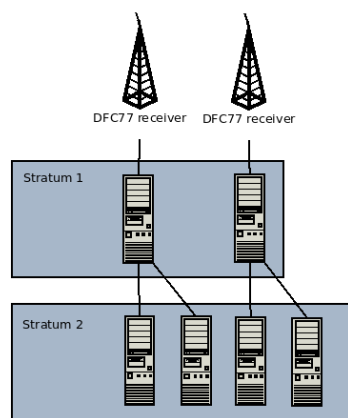
Tijdservers op het Internet kunnen hun klok synchroniseren met een atoomklok, met het DCF77 tijdsignaal of met GPS. Al deze bronnen leveren een accurate tijdsbron.

Hoofdstuk 4

NTP

NTP is een protocol waarmee computers in een netwerk hun interne klok kunnen synchroniseren. NTP maakt hiervoor gebruik van UDP port 123.

4.1 NTP Servers



NTP is een hiërarchische structuur opgedeeld in stratum's. Een "stratum 1" server is een server die direct gekoppeld is aan een referentieklok (atoomklok, DCF77 of GPS). De referentie klokken zijn stratum 0. Een server die zijn tijd haalt van een stratum 1 server heet een stratum 2 server. Een tijdserver die zijn tijd haalt van een stratum 2 server heet dan logischerwijs een stratum 3 server. Dit gaat zo door tot maximaal stratum 16.

Hoe hoger het stratum nummer hoe meer de tijd afwijkt van de tijd van de referentieklok. Middels berekeningen en onderlinge synchronisatie van servers in een bepaald stratum wordt deze

onnauwkeurigheid zoveel mogelijk beperkt.

4.2 NTP Client

NTP gaat ervan uit dat de vertraging op het netwerk te meten is en dat deze gelijk is voor de heen- en de terugweg:

1. Client stuurt packet naar server en zet daarin een timestamp van zijn tijd (T1)

2. De server registreert de tijd dat het packet binnen komt (T2)
3. De server stuurt het packet weg op (T3) (Het packet van de server bevat T1, T2 en T3)
4. De client ontvangt het packet op T4 en heeft nu 4 tijdstippen.

De vertraging over de heenweg is $T2-T1$, de vertraging over de terugweg is $T4-T3$. Omdat we ervan uit gegaan dat de netwerkvertraging symmetrisch is moet een verschil tussen $T2-T1$ en $T4-T3$ te maken hebben met het verschil in de klok. Dit verschil in de klok noemen we de offset en kan berekend worden via:

$$offset = (T2 - T1 + T3 - T4)/2$$

De offset kan dus positief of negatief zijn afhankelijk van of onze klok achter of voor staat ten opzichte van de serverklok.

Laten we in een tabel een rekenvoorbeeld maken. We zeggen dat de tijd op de server 10 seconden voor staat ten opzichte van de client, de network delay 20 seconden is en we beginnen op $T1=0$:

Actie	Tijd op client	T1	T2	T3	T4	Tijd op server
Client verstuurt T1	00	00	-	-	-	10
Server ontvang T1	20	00	30	-	-	30
Server verstuurt T1,T2,T3	22	00	30	32	-	32
Client ontvangt packet	42	00	30	32	42	52

Hieruit kunnen we via de eerder genoemde formule de offset berekenen:

$$offset = (30 - 0 + 32 - 42)/2 = 10$$

en dat klopt precies met wat we al wisten, namelijk dat de server 10 seconden voorloopt op onze klok. We moeten onze klok dus 10 seconden vooruit zetten.

Index

- Atoomklok, [3](#), [6](#)
- CMOS, [3](#)
- Computer
 - kristal, [3](#)
 - tijd, [3](#)
- Coordinated Universal Time, [3](#)
- DCF77, [6](#)
- DCF77 Tijdseinzender, [5](#)
- GMT, [3](#)
- GPS, [6](#)
- Greenwich, [3](#)
- Greenwich Mean Time, [3](#)
- kristal, [3](#)
- Network Time Protocol, [5](#)
- NTP, [5](#)
- NTP-pool, [5](#)
- Nul-lijn, [3](#)
- Pool, [5](#)
- Stratum, [7](#)
- Tijd
 - Computer, [3](#)
- Tijdzones, [3](#)
- UTC, [3](#)
- Wintertijd, [3](#)
- Zomertijd, [3](#)