# Question – 1:

Latencies increase when we go from same machine to same subnet to different geographical locations. This is expected since packet has to travel more hops/distance. Now, lesser the latency, higher the accuracy of the calculations. Hence, the cases A and B where Latency is minimum would be more suitable for server placement i.e. if the server is closer to the client we can sync more accurately.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Scenario A | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487016214.80 | 1487016214.80 | 1487016214.81 | 1487016214.81 | 0.00 |
| 1487016645.32 | 1487016645.32 | 1487016645.32 | 1487016645.32 | 0.00 |
| 1487016646.52 | 1487016646.52 | 1487016646.52 | 1487016646.52 | 0.00 |
| 1487016647.42 | 1487016647.42 | 1487016647.42 | 1487016647.42 | 0.00 |
| 1487016648.26 | 1487016648.26 | 1487016648.26 | 1487016648.26 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.00 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487018072.52 | 1487018072.52 | 1487018072.52 | 1487018072.52 | 0.00 |
| 1487018074.23 | 1487018074.23 | 1487018074.23 | 1487018074.23 | 0.00 |
| 1487018075.12 | 1487018075.12 | 1487018075.12 | 1487018075.12 | 0.00 |
| 1487018076.01 | 1487018076.01 | 1487018076.01 | 1487018076.01 | 0.00 |
| 1487018077.41 | 1487018077.41 | 1487018077.41 | 1487018077.41 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.00 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Scenario B | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487100826.73 | 1487100826.73 | 1487100826.73 | 1487100826.73 | 0.00 |
| 1487100829.45 | 1487100829.45 | 1487100829.45 | 1487100829.45 | 0.00 |
| 1487100830.29 | 1487100830.29 | 1487100830.29 | 1487100830.29 | 0.00 |
| 1487100831.03 | 1487100831.03 | 1487100831.03 | 1487100831.03 | 0.00 |
| 1487100832.30 | 1487100832.30 | 1487100832.30 | 1487100832.30 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.00 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487100873.62 | 1487100873.62 | 1487100873.62 | 1487100873.62 | 0.00 |
| 1487100874.71 | 1487100874.71 | 1487100874.71 | 1487100874.71 | 0.00 |
| 1487100875.44 | 1487100875.44 | 1487100875.44 | 1487100875.44 | 0.00 |
| 1487100876.05 | 1487100876.05 | 1487100876.05 | 1487100876.05 | 0.00 |
| 1487100877.28 | 1487100877.28 | 1487100877.28 | 1487100877.28 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.00 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.00 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Scenario C | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487116065.87 | 1487116065.88 | 1487116065.88 | 1487116065.88 | 0.005 |
| 1487116070.72 | 1487116070.72 | 1487116070.73 | 1487116070.72 | 0.000 |
| 1487116071.92 | 1487116071.94 | 1487116071.94 | 1487116071.97 | 0.025 |
| 1487116072.87 | 1487116072.89 | 1487116072.89 | 1487116072.89 | 0.010 |
| 1487116073.72 | 1487116073.73 | 1487116073.73 | 1487116073.73 | 0.005 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.01 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.01 |
|  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487116221.90 | 1487116221.90 | 1487116221.90 | 1487116221.90 | 0.000 |
| 1487116224.73 | 1487116224.72 | 1487116224.72 | 1487116224.73 | 0.000 |
| 1487116225.78 | 1487116225.77 | 1487116225.77 | 1487116225.78 | 0.000 |
| 1487116226.54 | 1487116226.65 | 1487116226.65 | 1487116226.72 | 0.090 |
| 1487116227.51 | 1487116228.27 | 1487116228.27 | 1487116228.34 | 0.415 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.10 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.18 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| Scenario D | | | | |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487033165.23 | 1487033163.99 | 1487033163.99 | 1487033165.25 | 0.010 |
| 1487033168.76 | 1487033167.53 | 1487033167.53 | 1487033168.79 | 0.015 |
| 1487033170.24 | 1487033169.00 | 1487033169.00 | 1487033170.26 | 0.010 |
| 1487033171.45 | 1487033170.22 | 1487033170.22 | 1487033171.48 | 0.015 |
| 1487033172.40 | 1487033171.16 | 1487033171.16 | 1487033172.52 | 0.060 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.02 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.02 |
|  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |
|  |  |  |  |  |
| 1487033349.11 | 1487033350.39 | 1487033350.39 | 1487033349.15 | 0.020 |
| 1487033356.69 | 1487033358.48 | 1487033358.48 | 1487033357.24 | 0.275 |
| 1487033359.08 | 1487033360.42 | 1487033360.42 | 1487033359.19 | 0.055 |
| 1487033360.77 | 1487033362.06 | 1487033362.06 | 1487033360.83 | 0.030 |
| 1487033361.79 | 1487033363.09 | 1487033363.09 | 1487033361.85 | 0.030 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  | Mean | 0.08 |
|  |  |  | Standard Deviation | 0.11 |

# Question – 2:

Out of all the pairwise latencies that we have, we can choose the minimum of those as the minimum latency.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Scenario A | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies | New Time Cristian Algo | Tmin | Error Bound |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487016214.80 | 1487016214.80 | 1487016214.81 | 1487016214.81 | 0.005 | 1487016214.82 | 0.000 | 0.005 |
| 1487016645.32 | 1487016645.32 | 1487016645.32 | 1487016645.32 | 0.000 | 1487016645.32 | 0.000 | 0.000 |
| 1487016646.52 | 1487016646.52 | 1487016646.52 | 1487016646.52 | 0.000 | 1487016646.52 | 0.000 | 0.000 |
| 1487016647.42 | 1487016647.42 | 1487016647.42 | 1487016647.42 | 0.000 | 1487016647.42 | 0.000 | 0.000 |
| 1487016648.26 | 1487016648.26 | 1487016648.26 | 1487016648.26 | 0.000 | 1487016648.26 | 0.000 | 0.000 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487018072.52 | 1487018072.52 | 1487018072.52 | 1487018072.52 | 0.000 | 1487018072.52 | 0.000 | 0.000 |
| 1487018074.23 | 1487018074.23 | 1487018074.23 | 1487018074.23 | 0.000 | 1487018074.23 | 0.000 | 0.000 |
| 1487018075.12 | 1487018075.12 | 1487018075.12 | 1487018075.12 | 0.000 | 1487018075.12 | 0.000 | 0.000 |
| 1487018076.01 | 1487018076.01 | 1487018076.01 | 1487018076.01 | 0.000 | 1487018076.01 | 0.000 | 0.000 |
| 1487018077.41 | 1487018077.41 | 1487018077.41 | 1487018077.41 | 0.000 | 1487018077.41 | 0.000 | 0.000 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Scenario B | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487100826.73 | 1487100826.73 | 1487100826.73 | 1487100826.73 | 0.000 | 1487100826.73 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100829.45 | 1487100829.45 | 1487100829.45 | 1487100829.45 | 0.000 | 1487100829.45 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100830.29 | 1487100830.29 | 1487100830.29 | 1487100830.29 | 0.000 | 1487100830.29 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100831.03 | 1487100831.03 | 1487100831.03 | 1487100831.03 | 0.000 | 1487100831.03 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100832.30 | 1487100832.30 | 1487100832.30 | 1487100832.30 | 0.000 | 1487100832.30 | 0.00 | 0.000 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487100873.62 | 1487100873.62 | 1487100873.62 | 1487100873.62 | 0.000 | 1487100873.62 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100874.71 | 1487100874.71 | 1487100874.71 | 1487100874.71 | 0.000 | 1487100874.71 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100875.44 | 1487100875.44 | 1487100875.44 | 1487100875.44 | 0.000 | 1487100875.44 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100876.05 | 1487100876.05 | 1487100876.05 | 1487100876.05 | 0.000 | 1487100876.05 | 0.00 | 0.000 |
| 1487100877.28 | 1487100877.28 | 1487100877.28 | 1487100877.28 | 0.000 | 1487100877.28 | 0.00 | 0.000 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Scenario C | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487116065.87 | 1487116065.88 | 1487116065.88 | 1487116065.88 | 0.005 | 1487116065.89 | 0.00 | 0.005 |
| 1487116070.72 | 1487116070.72 | 1487116070.73 | 1487116070.72 | 0.000 | 1487116070.73 | 0.00 | 0.000 |
| 1487116071.92 | 1487116071.94 | 1487116071.94 | 1487116071.97 | 0.025 | 1487116071.97 | 0.00 | 0.025 |
| 1487116072.87 | 1487116072.89 | 1487116072.89 | 1487116072.89 | 0.010 | 1487116072.90 | 0.00 | 0.010 |
| 1487116073.72 | 1487116073.73 | 1487116073.73 | 1487116073.73 | 0.005 | 1487116073.74 | 0.00 | 0.005 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487116221.90 | 1487116221.90 | 1487116221.90 | 1487116221.90 | 0.000 | 1487116221.90 | 0.00 | 0.000 |
| 1487116224.73 | 1487116224.72 | 1487116224.72 | 1487116224.73 | 0.000 | 1487116224.72 | 0.00 | 0.000 |
| 1487116225.78 | 1487116225.77 | 1487116225.77 | 1487116225.78 | 0.000 | 1487116225.77 | 0.00 | 0.000 |
| 1487116226.54 | 1487116226.65 | 1487116226.65 | 1487116226.72 | 0.090 | 1487116226.74 | 0.00 | 0.090 |
| 1487116227.51 | 1487116228.27 | 1487116228.27 | 1487116228.34 | 0.415 | 1487116228.69 | 0.00 | 0.415 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Scenario D | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Pairwise Latencies |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487033165.23 | 1487033163.99 | 1487033163.99 | 1487033165.25 | 0.010 | 1487033164.00 | 0.01 | 0.000 |
| 1487033168.76 | 1487033167.53 | 1487033167.53 | 1487033168.79 | 0.015 | 1487033167.55 | 0.01 | 0.005 |
| 1487033170.24 | 1487033169.00 | 1487033169.00 | 1487033170.26 | 0.010 | 1487033169.01 | 0.01 | 0.000 |
| 1487033171.45 | 1487033170.22 | 1487033170.22 | 1487033171.48 | 0.015 | 1487033170.24 | 0.01 | 0.005 |
| 1487033172.40 | 1487033171.16 | 1487033171.16 | 1487033172.52 | 0.060 | 1487033171.22 | 0.01 | 0.050 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1487033349.11 | 1487033350.39 | 1487033350.39 | 1487033349.15 | 0.020 | 1487033350.41 | 0.02 | 0.000 |
| 1487033356.69 | 1487033358.48 | 1487033358.48 | 1487033357.24 | 0.275 | 1487033358.76 | 0.02 | 0.255 |
| 1487033359.08 | 1487033360.42 | 1487033360.42 | 1487033359.19 | 0.055 | 1487033360.48 | 0.02 | 0.035 |
| 1487033360.77 | 1487033362.06 | 1487033362.06 | 1487033360.83 | 0.030 | 1487033362.09 | 0.02 | 0.010 |
| 1487033361.79 | 1487033363.09 | 1487033363.09 | 1487033361.85 | 0.030 | 1487033363.12 | 0.02 | 0.010 |

# Question – 3:

The shorter and more symmetric the round-trip delay, more the accuracy of the current time. Hence, the cases where delay is minimum would be more accurate. These cases are indicated using red highlight. In some cases, all delays are same so any can be selected and in some cases only one is highlighted.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Scenario A | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 | Delay | Offset |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487016214.80 | 1487016214.80 | 1487016214.81 | 1487016214.81 | 0.000 | 0.00 |
| 1487016645.32 | 1487016645.32 | 1487016645.32 | 1487016645.32 | 0.000 | 0.00 |
| 1487016646.52 | 1487016646.52 | 1487016646.52 | 1487016646.52 | 0.000 | 0.00 |
| 1487016647.42 | 1487016647.42 | 1487016647.42 | 1487016647.42 | 0.000 | 0.00 |
| 1487016648.26 | 1487016648.26 | 1487016648.26 | 1487016648.26 | 0.000 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487018072.52 | 1487018072.52 | 1487018072.52 | 1487018072.52 | 0.000 | 0.00 |
| 1487018074.23 | 1487018074.23 | 1487018074.23 | 1487018074.23 | 0.000 | 0.00 |
| 1487018075.12 | 1487018075.12 | 1487018075.12 | 1487018075.12 | 0.000 | 0.00 |
| 1487018076.01 | 1487018076.01 | 1487018076.01 | 1487018076.01 | 0.000 | 0.00 |
| 1487018077.41 | 1487018077.41 | 1487018077.41 | 1487018077.41 | 0.000 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Scenario B | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487100826.73 | 1487100826.73 | 1487100826.73 | 1487100826.73 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100829.45 | 1487100829.45 | 1487100829.45 | 1487100829.45 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100830.29 | 1487100830.29 | 1487100830.29 | 1487100830.29 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100831.03 | 1487100831.03 | 1487100831.03 | 1487100831.03 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100832.30 | 1487100832.30 | 1487100832.30 | 1487100832.30 | 0.000 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487100873.62 | 1487100873.62 | 1487100873.62 | 1487100873.62 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100874.71 | 1487100874.71 | 1487100874.71 | 1487100874.71 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100875.44 | 1487100875.44 | 1487100875.44 | 1487100875.44 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100876.05 | 1487100876.05 | 1487100876.05 | 1487100876.05 | 0.000 | 0.00 |
| 1487100877.28 | 1487100877.28 | 1487100877.28 | 1487100877.28 | 0.000 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Scenario C | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487116065.87 | 1487116065.88 | 1487116065.88 | 1487116065.88 | 0.010 | 0.01 |
| 1487116070.72 | 1487116070.72 | 1487116070.73 | 1487116070.72 | -0.010 | 0.00 |
| 1487116071.92 | 1487116071.94 | 1487116071.94 | 1487116071.97 | 0.050 | 0.00 |
| 1487116072.87 | 1487116072.89 | 1487116072.89 | 1487116072.89 | 0.020 | 0.01 |
| 1487116073.72 | 1487116073.73 | 1487116073.73 | 1487116073.73 | 0.010 | 0.00 |
|  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487116221.90 | 1487116221.90 | 1487116221.90 | 1487116221.90 | 0.000 | 0.00 |
| 1487116224.73 | 1487116224.72 | 1487116224.72 | 1487116224.73 | 0.000 | -0.01 |
| 1487116225.78 | 1487116225.77 | 1487116225.77 | 1487116225.78 | 0.000 | -0.01 |
| 1487116226.54 | 1487116226.65 | 1487116226.65 | 1487116226.72 | 0.180 | 0.02 |
| 1487116227.51 | 1487116228.27 | 1487116228.27 | 1487116228.34 | 0.830 | 0.35 |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Scenario D | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| A to B |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487033165.23 | 1487033163.99 | 1487033163.99 | 1487033165.25 | 0.020 | -1.25 |
| 1487033168.76 | 1487033167.53 | 1487033167.53 | 1487033168.79 | 0.030 | -1.25 |
| 1487033170.24 | 1487033169.00 | 1487033169.00 | 1487033170.26 | 0.020 | -1.25 |
| 1487033171.45 | 1487033170.22 | 1487033170.22 | 1487033171.48 | 0.030 | -1.25 |
| 1487033172.40 | 1487033171.16 | 1487033171.16 | 1487033172.52 | 0.120 | -1.30 |
|  |  |  |  |  |  |
| B to A |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| T1 | T2 | T3 | T4 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| 1487033349.11 | 1487033350.39 | 1487033350.39 | 1487033349.15 | 0.040 | 1.26 |
| 1487033356.69 | 1487033358.48 | 1487033358.48 | 1487033357.24 | 0.550 | 1.51 |
| 1487033359.08 | 1487033360.42 | 1487033360.42 | 1487033359.19 | 0.110 | 1.29 |
| 1487033360.77 | 1487033362.06 | 1487033362.06 | 1487033360.83 | 0.060 | 1.26 |
| 1487033361.79 | 1487033363.09 | 1487033363.09 | 1487033361.85 | 0.060 | 1.27 |
|  |  |  |  |  |  |