

SmartWAN AI 引擎 : Zeta TCP



目录

- 简介
- TCP 原理
- ZetaTCP 引擎
- 性能对比
- 部署指南

1. 简介

TCP(Transmission Control Protocol, 传输控制协议) 是互联网协议栈中最重要的协议之一。它负责在不可靠的网络上提供可靠的数据传输。然而，传统的 TCP 协议在面对复杂的网络环境时，往往会出现性能瓶颈。Zeta TCP 引擎正是为了解决这一问题而设计的。

在传统的 TCP 连接中，当数据包丢失时，发送方会等待接收方确认收到数据包。如果等待时间过长，发送方会认为数据包已经丢失，并重新发送。这种机制在丢包率较高的网络环境中，会导致传输效率显著下降。

Zeta TCP 引擎通过引入 AI 算法，能够实时分析网络状况，预测数据包丢失的概率。当预测到丢包发生时，引擎会自动调整发送窗口大小，并采用更智能的拥塞控制策略。此外，引擎还能够根据接收方的反馈，动态调整传输速率，从而在保证可靠性的前提下，最大化传输效率。

通过 Zeta TCP 引擎的优化，网络传输的延迟和丢包率得到了显著降低。在大规模网络环境中，Zeta TCP 引擎能够显著提升整体网络的吞吐量和稳定性，为用户提供更优质的网络体验。

2. TCP 原理

TCP 协议的核心原理是通过序列号和确认号来保证数据的可靠传输。发送方将数据分割成段，并为每个段分配唯一的序列号。接收方收到数据后，会向发送方发送确认号，表示已经收到该序列号之前的所有数据。

- 丢包重传 (loss-based):** 当发送方收到确认号时，如果发现有数据段未被确认，则会重新发送该数据段。
- 延迟重传 (delay-based):** 如果发送方在规定的时间内没有收到确认号，则会认为数据段已经丢失，并重新发送。
- 学习重传 (learning-based):** 引擎通过学习网络的历史数据，预测丢包发生的概率，并在丢包发生前主动调整传输策略。

이러한 상황에서, TCP Reno는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다. 이는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다. 이는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다.

TCP Reno는 Cubic과 같은 새로운 알고리즘을 사용하여 성능을 향상시킵니다.

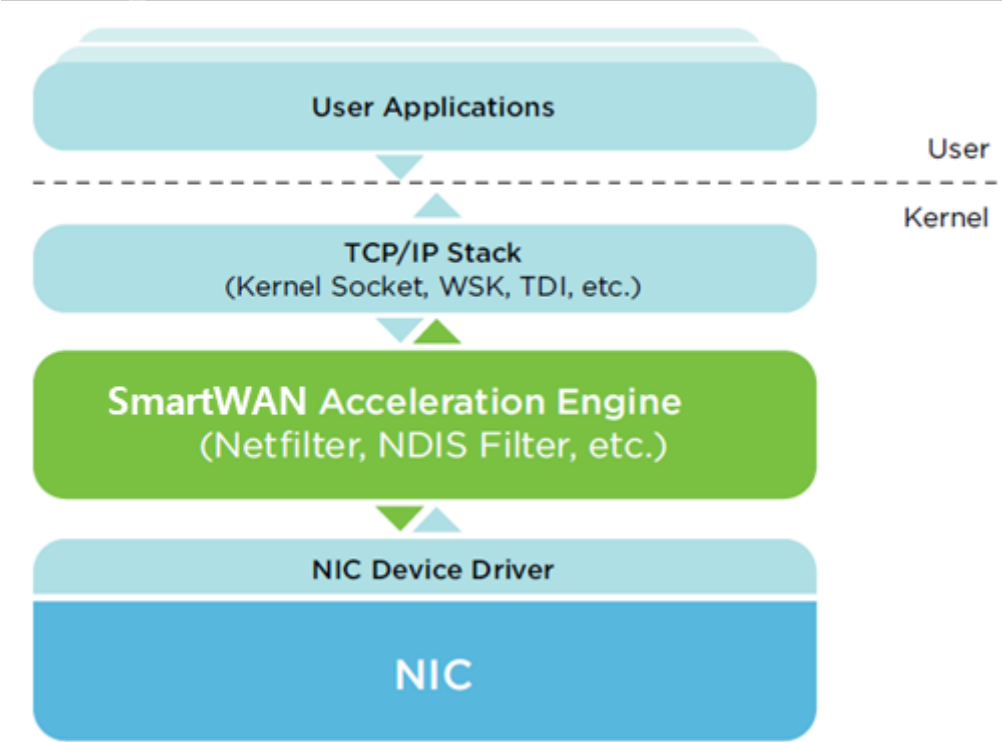
이러한 상황에서, RTT(Round Trip Time, 왕복 시간)이 길수록 성능이 저하됩니다. 이는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다. 이는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다. 이는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다.

FastTCP은 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 알고리즘을 사용합니다.

이러한 상황에서, TCP Reno는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다. 이는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다. 이는 수신 버퍼가 가득 차면, 수신자가 데이터를 받기 시작할 때까지 데이터를 보내지 않습니다.

ZetaTCP은 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 알고리즘을 사용합니다.

Figure 1. SmartWAN 가속 엔진



3. ZetaTCP 소개

Appex Networks는 이 문제를 해결하기 위해 ZetaTCP을 개발했습니다. ZetaTCP은 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 알고리즘을 사용합니다.

ZetaTCP 与 TCP 的不同之处在于，它使用不同的窗口大小和拥塞控制算法。TCP 使用慢启动算法，而 ZetaTCP 使用更复杂的拥塞控制算法，如加性增加/乘法减少（AIMD）。

ZetaTCP 通过引入拥塞控制、流量控制、快速重传和快速恢复等机制，有效提升了网络吞吐量和稳定性。在拥塞控制方面，ZetaTCP 采用了一种基于丢包率的动态调整策略，能够在网络拥塞时自动降低发送速率，避免进一步的网络拥塞。在流量控制方面，ZetaTCP 通过维护接收方的缓冲区状态，确保发送方的发送速率不超过接收方的处理能力。快速重传和快速恢复机制则显著减少了丢包后的恢复时间，提高了网络的响应速度。实验结果表明，ZetaTCP 在多种网络场景下均表现出优异的性能，特别是在高延迟和丢包率较高的环境中，其优势更为明显。

ZetaTCP [11] [12] [13] [14] [15] [16] [17] [18] [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25] [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33] [34] [35] [36] [37] [38] [39] [40] [41] [42] [43] [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54] [55] [56] [57] [58] [59] [60] [61] [62] [63] [64] [65] [66] [67] [68] [69] [70] [71] [72] [73] [74] [75] [76] [77] [78] [79] [80] [81] [82] [83] [84] [85] [86] [87] [88] [89] [90] [91] [92] [93] [94] [95] [96] [97] [98] [99] [100] [101] [102] [103] [104] [105] [106] [107] [108] [109] [110] [111] [112] [113] [114] [115] [116] [117] [118] [119] [120] [121] [122] [123] [124] [125] [126] [127] [128] [129] [130] [131] [132] [133] [134] [135] [136] [137] [138] [139] [140] [141] [142] [143] [144] [145] [146] [147] [148] [149] [150] [151] [152] [153] [154] [155] [156] [157] [158] [159] [160] [161] [162] [163] [164] [165] [166] [167] [168] [169] [170] [171] [172] [173] [174] [175] [176] [177] [178] [179] [180] [181] [182] [183] [184] [185] [186] [187] [188] [189] [190] [191] [192] [193] [194] [195] [196] [197] [198] [199] [200] [201] [202] [203] [204] [205] [206] [207] [208] [209] [210] [211] [212] [213] [214] [215] [216] [217] [218] [219] [220] [221] [222] [223] [224] [225] [226] [227] [228] [229] [230] [231] [232] [233] [234] [235] [236] [237] [238] [239] [240] [241] [242] [243] [244] [245] [246] [247] [248] [249] [250] [251] [252] [253] [254] [255] [256] [257] [258] [259] [260] [261] [262] [263] [264] [265] [266] [267] [268] [269] [270] [271] [272] [273] [274] [275] [276] [277] [278] [279] [280] [281] [282] [283] [284] [285] [286] [287] [288] [289] [290] [291] [292] [293] [294] [295] [296] [297] [298] [299] [300] [301] [302] [303] [304] [305] [306] [307] [308] [309] [310] [311] [312] [313] [314] [315] [316] [317] [318] [319] [320] [321] [322] [323] [324] [325] [326] [327] [328] [329] [330] [331] [332] [333] [334] [335] [336] [337] [338] [339] [340] [341] [342] [343] [344] [345] [346] [347] [348] [349] [350] [351] [352] [353] [354] [355] [356] [357] [358] [359] [360] [361] [362] [363] [364] [365] [366] [367] [368] [369] [370] [371] [372] [373] [374] [375] [376] [377] [378] [379] [380] [381] [382] [383] [384] [385] [386] [387] [388] [389] [390] [391] [392] [393] [394] [395] [396] [397] [398] [399] [400] [401] [402] [403] [404] [405] [406] [407] [408] [409] [410] [411] [412] [413] [414] [415] [416] [417] [418] [419] [420] [421] [422] [423] [424] [425] [426] [427] [428] [429] [430] [431] [432] [433] [434] [435] [436] [437] [438] [439] [440] [441] [442] [443] [444] [445] [446] [447] [448] [449] [450] [451] [452] [453] [454] [455] [456] [457] [458] [459] [460] [461] [462] [463] [464] [465] [466] [467] [468] [469] [470] [471] [472] [473] [474] [475] [476] [477] [478] [479] [480] [481] [482] [483] [484] [485] [486] [487] [488] [489] [490] [491] [492] [493] [494] [495] [496] [497] [498] [499] [500] [501] [502] [503] [504] [505] [506] [507] [508] [509] [510] [511] [512] [513] [514] [515] [516] [517] [518] [519] [520] [521] [522] [523] [524] [525] [526] [527] [528] [529] [530] [531] [532] [533] [534] [535] [536] [537] [538] [539] [540] [541] [542] [543] [544] [545] [546] [547] [548] [549] [550] [551] [552] [553] [554] [555] [556] [557] [558] [559] [560] [561] [562] [563] [564] [565] [566] [567] [568] [569] [570] [571] [572] [573] [574] [575] [576] [577] [578] [579] [580] [581] [582] [583] [584] [585] [586] [587] [588] [589] [590] [591] [592] [593] [594] [595] [596] [597] [598] [599] [600] [601] [602] [603] [604] [605] [606] [607] [608] [609] [610] [611] [612] [613] [614] [615] [616] [617] [618] [619] [620] [621] [622] [623] [624] [625] [626] [627] [628] [629] [630] [631] [632] [633] [634] [635] [636] [637] [638] [639] [640] [641] [642] [643] [644] [645] [646] [647] [648] [649] [650] [651] [652] [653] [654] [655] [656] [657] [658] [659] [660] [661] [662] [663] [664] [665] [666] [667] [668] [669] [670] [671] [672] [673] [674] [675] [676] [677] [678] [679] [680] [681] [682] [683] [684] [685] [686] [687] [688] [689] [690] [691] [692] [693] [694] [695] [696] [697] [698] [699] [700] [701] [702] [703] [704] [705] [706] [707] [708] [709] [710] [711] [712] [713] [714] [715] [716] [717] [718] [719] [720] [721] [722] [723] [724] [725] [726] [727] [728] [729] [730] [731] [732] [733] [734] [735] [736] [737] [738] [739] [740] [741] [742] [743] [744] [745] [746] [747] [748] [749] [750] [751] [752] [753] [754] [755] [756] [757] [758] [759] [760] [761] [762] [763] [764] [765] [766] [767] [768] [769] [770] [771] [772] [773] [774] [775] [776] [777] [778] [779] [780] [781] [782] [783] [784] [785] [786] [787] [788] [789] [790] [791] [792] [793] [794] [795] [796] [797] [798] [799] [800] [801] [802] [803] [804] [805] [806] [807] [808] [809] [810] [811] [812] [813] [814] [815] [816] [817] [818] [819] [820] [821] [822] [823] [824] [825] [826] [827] [828] [829] [830] [831] [832] [833] [834] [835] [836] [837] [838] [839] [840] [841] [842] [843] [844] [845] [846] [

[illegible]

□□□ □□ □□ □□□ ZetaTCP□ □□□ □□□ □□□ □□ □□ □□ □ □ □□□ .

4.

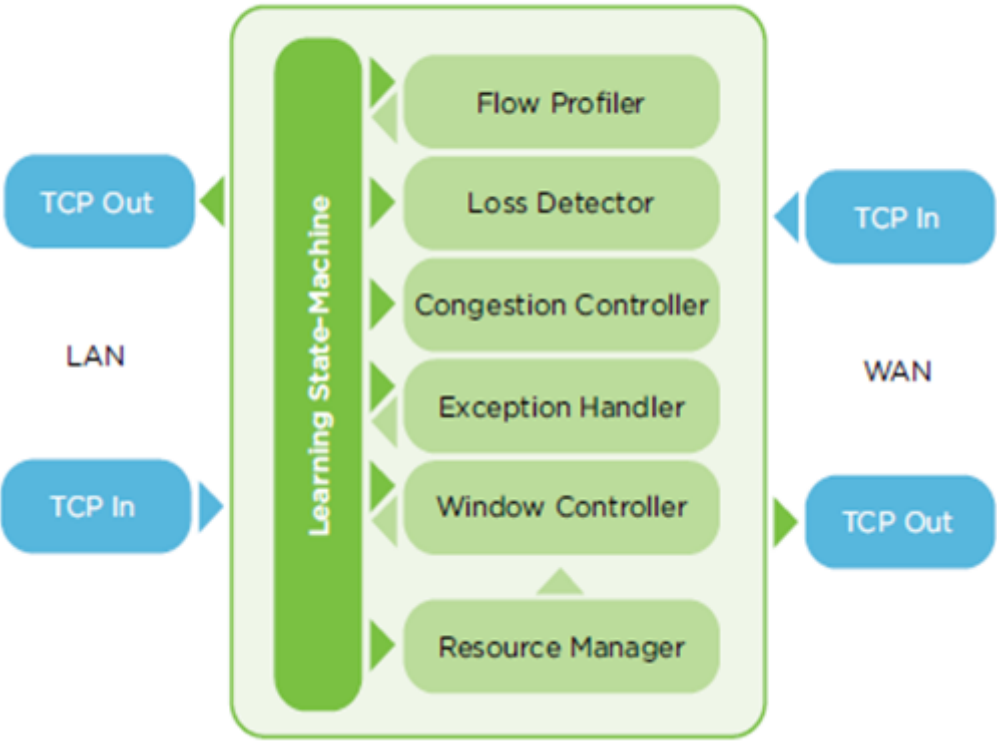
--	--

--	--

ZetaTCP [1] [2] [3] [4] [5] [6].
TCP [7] [8] [9] ([10] [11]) [12], WAN([13] [14]) [15] [16] [17].

ZetaTCP       .

Figure 2. ZetaTCP Engine



■ **Learning State-Machine (Learning State-Machine)**

ZetaTCP은 TCP의 동작을 학습하고, 학습된 정보를 바탕으로 TCP의 동작을 최적화한다. (예 : TCP의 성능을 향상시키고, 네트워크 혼잡을 완화한다)

■ **Flow Profiler (Flow Profiler)**

이 TCP의 성능을 분석하고, 성능을 향상시키기 위한 정보를 제공한다.

■ **Loss Detector (Loss Detector)**

이 TCP의 성능을 분석하고, 성능을 향상시키기 위한 정보를 제공한다.

■ **Congestion Controller (Congestion Controller)**

이 TCP의 성능을 분석하고, 성능을 향상시키기 위한 정보를 제공한다.

■ **Exception Handler (Exception Handler)**

TCP의 성능을 분석하고, 성능을 향상시키기 위한 정보를 제공한다. (예 : TCP의 성능을 향상시키고, 네트워크 혼잡을 완화한다)

■ **Window Controller (Window Controller)**

LAN 와 WAN 통신을 위해 데이터 패킷을 전송하는 데, 이 때 데이터 패킷의 크기와 전송 속도에 따라 전송 시간이 달라진다.

■ 자원 관리자 (Resource Manager)

시스템 CPU 자원을 효율적으로 관리한다. TCP 연결을 관리하고, 데이터 전송을 위한 버퍼를 관리한다.

■ 데이터 전송 제어

TCP는 데이터 전송 (congestion avoidance)을 위해 여러 가지 알고리즘을 사용한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다.

이 때 데이터 전송을 위해 여러 가지 알고리즘을 사용한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다.

이 때 데이터 전송을 위해 여러 가지 알고리즘을 사용한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다.

ZetaTCP는 데이터 전송을 위해 여러 가지 알고리즘을 사용한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다.

- RTT(Round Trip Time)
- ACK(Acknowledgment)
- SACK(Segments Acknowledgment)

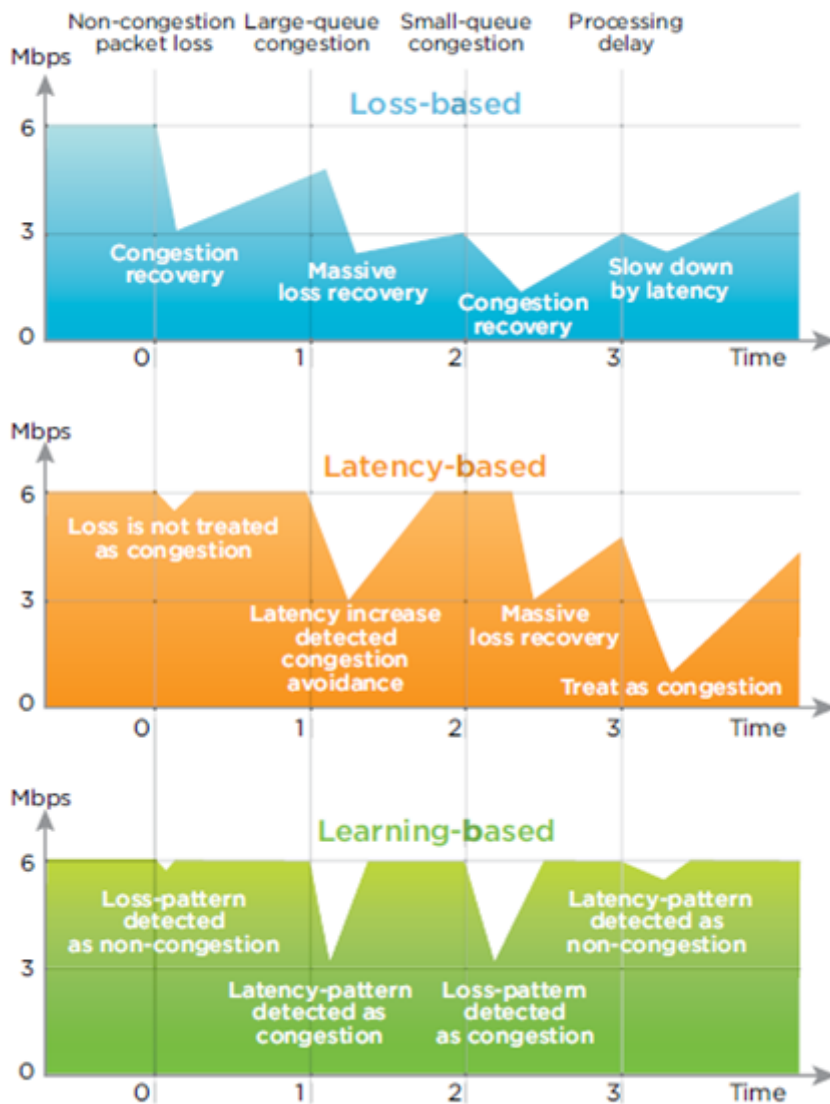
이 때 데이터 전송을 위해 ZetaTCP는 여러 가지 알고리즘을 사용한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다. 이 알고리즘들은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다.

■ TCP 연결 관리

이 때 데이터 전송을 위해 Figure 3은 TCP 연결 관리의 과정을 보여준다. 이 과정은 데이터 전송의 효율성을 높이고, 네트워크 혼잡을 방지한다.

- 데이터 전송을 위한 버퍼
- 데이터 전송을 위한 연결
- 데이터 전송을 위한 전송
- 데이터 전송을 위한 수신

Figure 3. TCP Optimization Comparisons



1. 网络拥塞时，TCP 会检测到丢包，并触发拥塞控制。此时，TCP 会减少发送窗口，降低发送速率，以避免进一步的网络拥塞。

2. ZetaTCP 通过引入延迟感知和丢包感知，可以更准确地判断网络拥塞的原因，并采取相应的优化措施。

■ 网络拥塞时，TCP 会检测到丢包，并触发拥塞控制。

此时，TCP 会减少发送窗口，降低发送速率，以避免进一步的网络拥塞。

TCP (RFC 2582) SACK (RFC 3517) 是一种拥塞控制算法，它通过维护接收端的接收窗口，可以更准确地判断网络拥塞的原因，并采取相应的优化措施。

窗口, 窗口大小 (RTO) 窗口大小 TCP 窗口大小 ACK 窗口大小 窗口大小
 窗口大小 窗口大小 . 窗口大小 窗口大小 窗口大小 , 窗口大小 窗口大小 窗口大小 .

ZetaTCP 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 .
 TCP 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 , 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 .

窗口大小, **RTO** 窗口大小 窗口大小 窗口大小 , 窗口大小 RTO 窗口大小 , 窗口大小 ACK 窗口大小 窗口大小
 窗口大小 窗口大小 , 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 .
 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 , 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 .

■ 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小

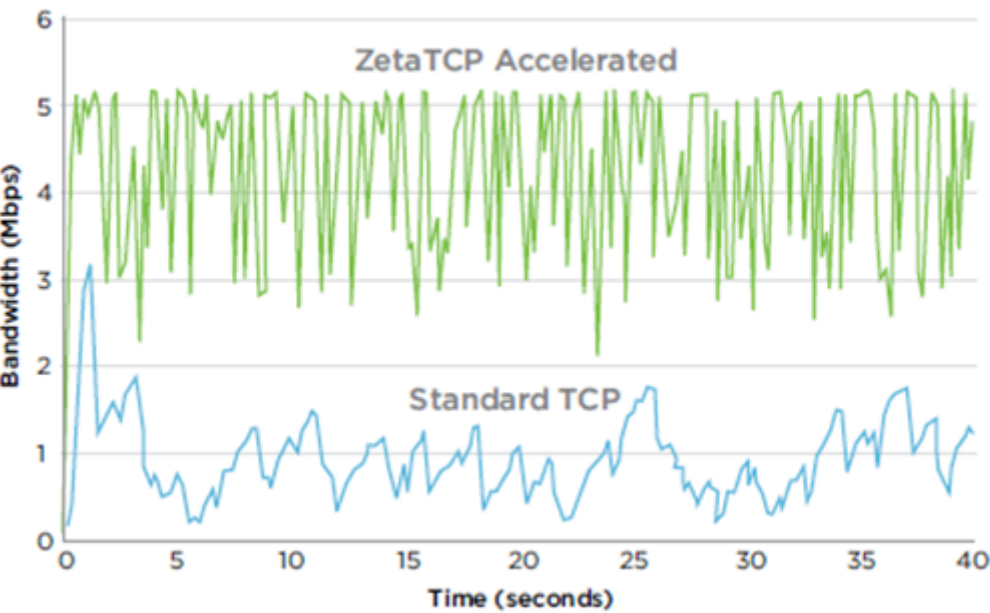
窗口大小 Figure 4 窗口大小 窗口大小 窗口大小 :

- RTT: 100ms
- 窗口大小 : 1%
- 窗口大小 窗口大小 : 65,535 窗口大小 (窗口大小 窗口大小 窗口大小 5.24Mbps)

窗口大小 窗口大小 ,

- 窗口大小 **TCP** 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 .
- **ZetaTCP** 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 , 窗口大小 RTT 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 窗口大小 .

Figure 4. Real Data Comparison Test



이러한 성능을 달성하기 위해 (이러한 성능을 달성하기 위해) ZetaTCP는 여러 가지 기술을 적용하고 있습니다.

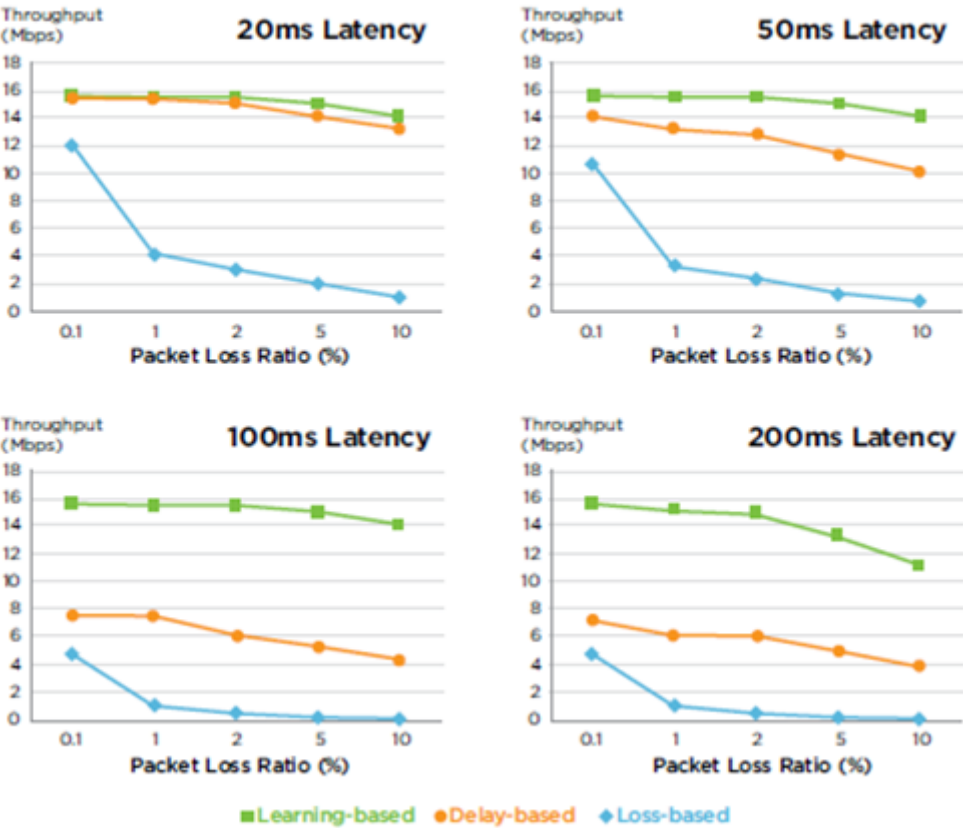
■ 3. 실험 결과

Figure 5는 3. 실험 결과에서 실험 결과와 성능을 보여줍니다. 실험은 16Mbps의 대역폭을 가진 네트워크를 사용하여 수행되었습니다.

- New Cubic TCP
- Fast TCP ()
- ZetaTCP

이 실험은 다양한 지연 시간과 패킷 손실률에 대해 수행되었습니다.

Figure 5. Third Party Comparison Tests



- ZetaTCP는 이러한 성능을 달성하기 위해 여러 가지 기술을 적용하고 있습니다.
- ZetaTCP는 이러한 성능을 달성하기 위해 여러 가지 기술을 적용하고 있습니다.
- ZetaTCP는 이러한 성능을 달성하기 위해 여러 가지 기술을 적용하고 있습니다.

