

工业互联网产业联盟

Alliance of Industrial Internet

工业互联网网络连接白皮书

4ê mAÈ â

2017 - 11 e ³`] } w‘ ‡$q S +•)%•œr Ÿº]œ S ýÉÎ x/ Üq Ò¬ în„ r´ V ‘ ` ¢ ”{ÖO×N]œrœ•ó Ù•d

,•]œ•7•¸œ·É}R5 îU •ì ãÔ•ì Ó¹ìs]œ•7 ‹G&?)û•™ É} ‹G&?• ŸH tmÖ´ ä ÿŸ ½ ds]œ S î U •ì 8 Ó ¶Ÿý! Y•ì*”¾¬ Ó$ õ¹ î Ÿ#æç)—õ¹ôl Mé,N d ®]œ S !œS0 »• ÅKAll sNt]œ S î U YN }™ ³•ó¬ Ìƒ ŸºÔ½ n„h hßt]œ S îU B#àd

‡B#à } ¼)œ s]œ S î U ß¯c• ì Ô½ÒNœ·k-]œ S î U •ì—ícË rr cë ¬Ì ”bõ©ääý k½×N]œ S n „• Ò¢Ù.Ÿºd

‡B#à©ß¶Q / þtS0NTƒ³•ó9•rœ ÖO [d<¶ •± ‡&8Yäp‰ B#à ”$ùN 0©ß”bt O Jd #A,ÜTlœ ¬ÌÆãäR ±ìÉÎ }[#‡&YN n„hÁ¨ HäŸãíQ qAd

¦ æ * !



ü , , ü

sæ ûœ£& ¨X™8 .....w.z
täN¨X™8 .....xr
Tc æç0f) .....xs
¢ c™˜P• .....xs
• c],• .....xt
8 c],ó .....xu

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet



ü

Ù ® O £ f 8 ‰ r ! OT î Ó £ & ‰ ä : · ‰

ä IT î • à ¹ ¶ ‘ ¬ £ S ä æ O 6 d

] œ S] , • ¢ º K] , ô “ $ ‘ Ð ó • ¸

œ ` Q ô “ $ - ë î ÿ U { d – ¢ º K Ö h í

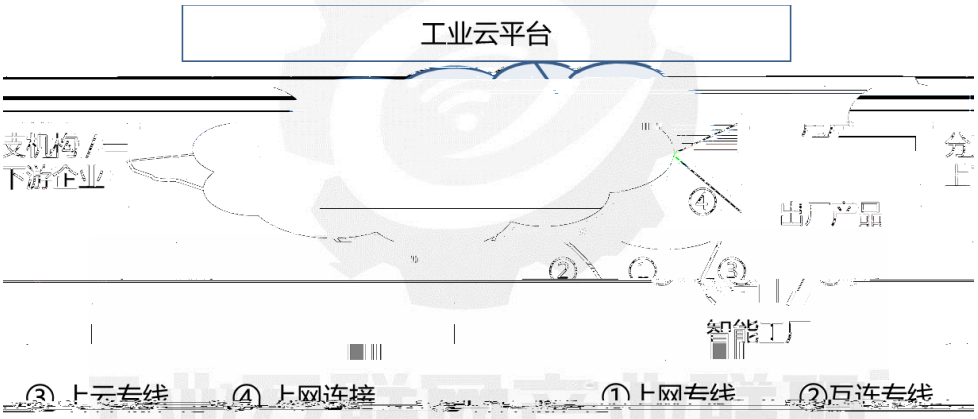
S • • „ ä & " AG\¢ o v

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet


工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

û Ä ¢ • 8 » l Ð ‘ Ï œ ` î) h Ð ¬ £ s î ‡ W : … Å % c ’ c 8 ü ” – n Ò Ñ " ” b æ K Ä ¢ æ o % ™ œ s Ý ½ Ÿ O l r œ ð o æ " s î h) û æ K ¶ Ê $ ” b æ ¾ E ƒ Ð ¿ Ÿ O æ î n N ‡ " n Ä ¢ Û " l Ð æ ¥ } â ½ ¨ X î M é & c ¢ ! ˜ r d

] , ó î ¶] œ r œ ‘ _ ø g ¡ V ‘ g ó & Ÿ] , 8 Q e ¬ » ƒ { , ! 6 ¢ Q U Î Í 3 d



Í 3] œ S] , ó î ¬ õ ©

z h e ¬ ! ¬ £ & Ÿ] , U þ S d . ¶ » Ó g à { , ! 6 ¹ ¶ S s & Ÿ] , À 9 ã ¾] œ r œ n ‡ e ¬ Ð "

z S e ¬ ! ¬ £ & Ÿ] , 0 Ó o r / h • r œ · æ ¶ ¬ S d s Ö / ø r œ ã ¾ (Î e ¬ Ð "

z h i e ¬ ! ¬ £ & Ÿ] , 0 * d i] œ i < [S d ¹ (¾ r œ þ d i û ` ” b e e ¬ ® + e ¬ Ð - - ÿ Ÿ º A . c ¾ ; , ³ ¥ ×) q D r œ h i r] Q] œ r œ s ® + e ¬ Ð Ü œ { ;

z h U ! ¬ £



ü 6 ü

` Ã ¹ î f6(5%5%4°f6(

´ 6 µ ¸ »5‡5

1.)æ(ì

´ µ P Ý l5‡5 ì º)æ(ì

ò •] , • î O £ q f 8 ‰ r r " Í 5 µ

H œq f r ¾ É } q] , IT î r ä q] , OT î r f

• ì Ó r î 'q 8 ‰ r ¾ T l , •] , • 8 ‰ # Ó

î ™ „ Ó q £ & ‰ œq : · ‰ œq] , ‰ / r œ ‰ r 8 Q

± $ · î " ä • 8 Û - _ K d

Í 5 ò • % ø] , • î µ É

û v 0] œ Å % v ¹ ð . Ñ } ô kbps þ ô ¥ kbps d - - ÿ

9 ö ¸ æ Ó [ ] œ » ^ ¹ ð Ç £ & • • ì Ö

h £ & • • § X ð (w ÷ ¬ U Å % v º ´ U d }

£ & ‰ M ¬ ¹ ð ¾ æ Ó ‹ Ù & æ „ ° É h ó d ã 5

£ q • N] œ , Ä } • ™ c , N ä n R Q m Ò Ñ [

Ó þ ~ Ö % _) — ¥ , : … $ Å % ä : ‰] ¼ Q • 8

¬ £ d

: · ‰ î ¹ ð V ‘ ¾ û N Å % v · c Å % v 0 ‡ g

Y Q ³ Å , Ä · » ƒ Å % v 0 n ï ‰ · ¹ ð U d ã æ

Ó V ¾ ð] œ » ^ ¹ ð º ´ ™ æ Ó , ¥ ð ‘ ¹

ð Ø Ð) û ‡ , Å % v ä , Ä · ¹ ð d ò • ¸] œ » ^

¾ } ¹ 802.3 D Ø » ^ n „ h) û ä ô

º — ÿ â ½] œ » ^ Ø Ð · S ÿ ä ¹ ÿ « % Ö Ÿ f

î S d

r œ IT î ¹ (ð : . » ^ » ƒ TCP/IP) û î

S d

] œ S & Ÿ] , / r œ ‰ IT • 8 n ï , Ä s £ &

¬ ¨] ¼ ¶ Q ô l ä • • q _ ô l , œ { Ð d " å : Ò ¬

æ ç £ & • • ¹ ð S » ƒ " å F •) î • ì ¬

£ £ & 0 • 8 ‰ , Ä · : ¬ ¨ ÿ c : ¶ ¬ ÿ ô l ¹ ð ¾ , •

] œ î , Ä • ì • 7 T ² K , ê $ 9 • d

´ µ P Ý l5‡5 n+^ …Aä

, •] œ Å % • 7 (¹ ð Ø Ð Ó 8 + ! £ & ™ ¬ Ø

Ð c] œ » ^ Ø Ð ä] œ M ¬ î Ø Ð d

£ & ™ ¬ Ø Ð V ‘ ” b £ & Ž + v Ñ þ Å % v c Å % v þ

û v g Å % v 0 R Û & Û { Å % Ó ¿ ·) û ô l ¹ ð [d

, • Ç & (Î £ & ™ ¬ • ì ‹ ¥ 5 • V ‘ g ó

PROFIBUSModbus

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

¥ O d] œ M ¬ • ì V ‘ ë • 7 . ¾ } Ä ‘ Ï] œ ë /
H " ^ x L n c Ï É • 8 c ; ¿ & æ d ½ ¨ â ½
³ ¥ ä Õ s M ¬ ¹ ð 4 m • % ÿ â ½ ã º ” h ™ «
% t] œ M ¬ • ì ë Ÿ f , •] œ M ¬ • ì N ã g ä
Ÿ º . g [Y â " ¬ ¹ ð • ì d

2. ‹CÁ õ

T ; ,] œ S /] œ 4.0 œ · ×)] œ ¹ ð • ì
W í 0 Ý • ¶ Ÿ V 1 ¶ • ¢ m d
; ,] œ • 7] ¼ • ì ê û _ ò •] ¼ Ì E Û ÿ]
œ “ ! Ò Ñ ” – ¶ Ÿ ÿ - ` ÿ ` Ì d F] œ S • ì
ÿ ” –] œ ¶ • ™ c “ ! ä n æ “ a ; Y : … $ •
8 æ ü ˜ O N ‡ c ‡ W È Û æ K ” – “ ! ä n ï Ò
Ñ ` ÿ ` Ó þ 7 Ê d
] œ S œ ` Ÿ º s î n „ • ” { t W : ‘ Ð ä
Ð] , • î O £ { **æ c — Âc ’ c** 8 Ö Ÿ º Ô ½ d
] , • î ¯ r æ Ô ½ d **¢ ¾ î r « < $** d Ž
Ä q f 8 ‰ r î ¯ r X 7 õ ¹ , ð o ¹ Ò Ñ ; ,
Ö ô l Ó e ä ¨ X ™ 8 œ ` s £ & ‰ ¬ ¨ ô l ð , Ð
OT î / : · ‰ ä £ & ‰ Ü O ä æ c } Q û œ ½
¨ MES ð o , Ä ¿ : · ä £ & \ … Ð × N t IT î 0
OT î æ Ô ½ d **• ¾ Å % ð o 0 ¶ Q ô l k Ž Û** d Ž Ä
] œ î n ‡ ¾ § Å % , Ä V ‘ ¬ £ Å % ž , ð o Ž
Û — í œ ` s] œ “ ! æ Q ô l ð , Ð ¼ °] , •

î Ü Å % ð o ä ¶ Q ô l Ž Û É 7 d 8 ¾ ¬ 0 M ¬ Ø ½ d] œ S œ ` s “ ! æ Q c M ø î " Ð ° M ¬ î æ ç N ¡ ö M ¬ î ë ™ Ü O ä ¶ ð o ð , þ “ ! Å % ¶ Q û œ þ 6 ; û œ — • 5 M ¬ • ì ë ™ × N t] , • G * • ì Ÿ º d] , • î — Â Ô ½ d ¢ ¾ • ì — Â d] œ S] , • î • ì ˜ , Ü Õ E Ž Ä] œ î 9 • % ´ · • ì £ (¬ £ î R Ø Ð · 2 æ Å % , Ä c ë , Ä Ü â | 0 v » n ˜ î • ì œ ^ G " IEEEc IETF ³ • ³ y ¦ ¦ & þ • ì ³ y Y % IP/IPv6 }] , • ‡ & æ ç [Ü) ¢ ä × N] , • î • ì — Â d • ¾ ô l — Â d] œ S œ ` s ô l œ { Ð ¼ ° Ž Ä] œ Å % ž , / F g È ž ô l — Â { ÿ — “ ! æ Q ô l Ü W ³ y $ 4 ¥ ä ô l f ø — Â S h ë ° d 8 ¾ ! œ — Â d î • ì — Â þ } Õ E Ž Ä] œ î q U ´ r Ÿ º f ´ Õ E r ô m È s æ ! œ] Å % í é + , e c • • , e c î ” b e ¦ &) ÿ × N ! œ — Â d] , ¡ ö , 2 P ¾ÌÓp

3. ?4õ5‡5

¬ î ¾ }] , • « œ · ° î + ø d - Ô - ;

,] œ S Í v ™ Ð } â ½ Ø Ð R 5 ì s

¬ î — í • ì A . Ÿ º d

Ö Ø Ð ± # Ó ! } ^ 8 V ‘ æ s û ¬ » ^

ä] œ PON}] ¾ V ‘ ¨ · Y + î TSN' } î

V ‘ ò G ÿ î DetNet d ã Ô] ´ } â ½ Ø Ð • ì ¶

» æ _ g à S æ ° â ½ & ? • ‹ G Ð d

´ µ ‹ / 5 4õ `5‡

z • ì u

¢ » ÿ » ^ • ì 4 , ” n c H Í R W Õ [ë öa1 ,‘P 0 V ‘ ? Gû • l0Ñ•s Œ

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

Ï6 Ëèæ• Õ ëe s

c / 10BASE-T1 • ì ABBc Emersonc Endress+Hauserc Hirschmannc Pepperl+Fuchsc Rockwell c Schneider c Siemens

M •] œ ‘ N $, e S æ × N ä % G d

10BASE-T1 • ì K ¿] œ % • & ? ° M @ — æ s û ¬ ½ ¨ ¬ £ 10Mbps Ž Û . Ñ » ƒ b (¶ [«) 1000 < Ž Û ƒ ‡) æ d 1000 < Ž Û o 6 ¶ »] œ £ & ò • ‡ Ö æ Ó ™ ¬ ° & ? Ð d - ‘ ™ ¬ • ì 10BASE-T1 • ì . n • : . Ñ : ¶ ¬ ÿ ½ ¯ â V Ó þ Ž Û o 6 ™ ¦ õ ¹ d

® ó æ s û ¬ ” b W : . Ñ Ð % ø " : • ¹ ð IEEE 100BASE-T1 • ì ä 1000BASE-T1 • ì ð M @ — æ s û ¬ Ó ¹ ” b 100Mbps ä 1Gbps Ž Û . Ñ d) ¢ ä ã f » • ì . ¶ » 0 IEEE PoDL • ì S æ ° [M @ — æ s û ¬ } ô l Ž Û ¬ h b (d

z V ‘ ‹ $ ä ½

´ e] œ £ & • ™ » ^ • ì ¥ Ø æ s û ¬ » ^ IEEE 802.3cg • ì n • M • ½ d

« Y 1000 < Ò Ž Û o 6 d IEEE 802.3cg ä & ^ 8 j Ì ¿ o % } ð 10 Q U v Æ ã • [« Ö 1000 < Ž Û o 6 d

[• | , B • "] œ £ & ƒ : • : ¶ ¬ ÿ d IEEE 802.3cg ” b t f 5 ^ 8 f ´ ! k o f ´ • BER ¶ Ò þ 10^{-10} ") o f ´ • BER ¶ Ò þ 10^{-9} d

£] œ , Ä æ s û ¬ ” b 10Mbps ô l Ž Û d } £] œ £ & ¶ 4 l 20 Ø ÷ ¬ þ • 5 £ & ™ ¬ M @

— æ s û ¬ ´ Ž Û ^ 8) œ · É } ì Ÿ ” b ô kbps

þ ô ¥ kbps Ž Û . Ñ d IEEE 802.3cg ” b æ] g V]

10Mbps Ž Û ¶ » " G ÿ] œ S í ø ë

Ð d

æ s û ¬ [‡) æ b (ƒ ô l Ž Û d } £ & • • /

ð æ s û ¬ ½ ¨) û ô l Ž Û ä b (Ð œ · É } d

IEEE 802.3cg s IEEE 802.3bu ³ y / G Ì 10 Q » ^ • •

b (‰) û t ô º ¬ • Ž Û ¬ ¾ (B ‰ . ¶ ð • 8

Ç " g à ¹ ð º ‘ N Ø e ¶ — Ÿ ‹ G , B •

" ½ u ‡) æ ‘ Ð d

z Á &?

» ^ n • ì N ã c : g ³ y $ c : Û Ú » ƒ N ‡

½ ò • ¸ f œ · ë d ì }] , • » ^ ò • V ‘ ë

] œ , Ä Å % ƒ » h " PLC0 SCADA · d

æ s û ¬ » ^ • ì Ÿ t] œ £ & Ð » N

‡ ” b : ô l . Ñ Ž Û Ü » ^ U ô º þ º h £ & • • d

• ì œ · Á Ö h] œ & ? g ó k o <15 < ³ o

v • c : g í c ¶ ü • • • ¹ ð » ƒ /) o « Ö 1000

< ³ Ù] Å % c (• Å % c ¶ Q Å % d

} ¢ Ô û œ / ò • ¹ ð ° û ¬ ¾ • - • ã •

4 l 20 Ø ÷ ¬ g à Foundations Fie l dbus c HARTä

ProfiBus - PA £ & ™ ¬ t – ‰ — W 0 ¬ û æ â £ ¬ d °

æ s û ¬ » ^ • ì ¶ » ¸ ¹ ð ¬ ¾ ” b W :

. Ñ ã ¶ » ~ Ö æ – ‰ N ‡ ä ” g d

} ¶ Q ‘ N $ / ‘ ô D < Ž h „ < Ž Û o

6 ½ ¨ ‘ Ð ô l ¬ b (d " ´ Ž Û . Ñ Ž Û ” – Ð "

1Mbps» h æ s û ¬ » ^ Ü ¾ ó Ú * ” d

´ µ ,L* … U5‡5 TSN

z • ì u

¨ · Y + î Time-Sensitive Network, Å K TSN ¾ K

¿] œ & Ÿ $ “ ! í ø î • ì] œ “ ! , B ” b t ¢

5 ‡ [: . Ñ c Ö Û Ú ô l ð , ¹ „ : ¬ ¨ Å % ð o

Ž Û î d

} Ž Ä] œ “ ! , B / Ö h] œ ë H " o v Å % c

Q Å % c o v Å % s ¬ ¨ ¹ ð , G - Ð » l

: Ò ä æ “ ! Q d ò • ‘ Ð ¹ (³ ¥ ¾

] , • î » ^ Ø Ð g à } ‘ Ï “ ! Q æ ç _ K e

» ^ î d ö — ã + º ´ ¹ ÿ c ô º ÿ ä ¹ ÿ â t

9 • } ¶ Ž Ä] , Å % î – ‰ þ] œ S ¶ Q / -

Í \ ¡ d ¨ · Y + î … ã Q ” • ” b t ¢ Q Ò …

º # d

TSN¾ ¢ 5 n Ž Û ¨ \ c Ž Û U N ä ~ ô l l ž

Ñ :) h ¬ ¨ Ž Û î d Q n ³ y » ^ = ¨ · ½ ä c

ô l 8 g c { ü ù • 5 $ o % ÿ l s ¨ · Y + ô l

¬ ¨ c : Ò c 7 G c æ Ž Û d Å ‘ TSN¹ ¶ ¢ Q æ e

¨ 2 ä ¢ Q U R î ¦ Ñ Ž Û 8 g v ¬ £ î • ò G

ÿ ¬ ¨ ¹ ð d 8 g v § l - ë 8 g Û Å % ¨ · Y + ô l

¬ • Ž Û ¨ · ä Ž Û ¾ E » ¥ G] ¾ ú • N ý ! Ž Û ÿ

Ÿ • æ ä â ¶ G ÿ ¶ — I ¨ · Y + ë $ s $ ¬ ¨ ¹

ð d ¨ ¹



\h «d}ŽÄ î/ ¹(¹¶Ó ÛÚ º´ÿÖ!¬£
¨\ lÐ n âòGÿäâ¶G ÿ"-± ¨·Y+
îŸtÈ,ã5âòGÿäâ¶G ÿ °Ó îÛÚ~
Ú ‘Ð ¨\ ¶—m ìsë ¬• Ð)ûÛÚÓ
›”:tÛÚF Ñ ™l tŽÛ¨\h«d
[¨·Y+ôl äÄ¨·Y+ôl }½¢Q î/
aæŽÛ —âVÉ}- $ ä¢d}ŽÄ î/ ôl
»q Best-effort r û`f´)ûŽÛdòf5+ø ôl
aæ}¢o¨ Ä¨·Y+ôl 8gäŽÛû Võ¹
¨·Y+ôl 8gäŽÛ ¶—M¥l ¨·Y+ôl
ŽÛ\^d-± }¨·Y+ î/ 8gv •8g¨·
Y+ôl É¹¶•½o%c hüùo% òl¨·Y+ô
l 7Gc¬¨ŽÛ È,tôl · - $ d
¨·Y+ î”b7G ôlŽÛ îì0••¹¶
hüùo%sôl)û<!gŸd}ŽÄ î/ â¶¥G
V ÌŸ:â {dã5â7G h‹ø° })ûôl
gŸ¨M¥ ÒG ŽÛ¨\ ”»l ¬¨ôlŽÛd}¨
·Y+ î• ì0••s Ìþ {)ûüù ‹¹¾s
:â h)û/É 0h<! ÜcgŸ{àdã5o%lÐ
tôl ŽÛ 7Gÿä¶G ÿ òlt¨·Y+ôl jþ
jŽÛ\^d

z **Á &?**

]œÅ% îÉ}Öhs¨·Ä(Y+ ë ‘"Ž+
vôl¬¨hqcÛÊ43ÑŽÛcÅ% —•Ÿ dãÔô

l ‘ } ò G ¨ « • Ÿ " þ , ³ » [ ] Å • • ä ë þ

(n g d

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

Í 6] œ PON î U µ É

] œ PON î V ‘ * / ï ¿ › ¬ ¾ 4 j OLTc * ¨

X › î æ M ONU» ƒ • à · › ¬ ODNg ó › ˜ ƒ

M W Ó › v ¦ N ¶ » ” b • 5] œ Ç Á ë R 5] œ •

• ð o Ž " ƒ R 5 e , Ä & & ? ‘ Ð d

z V ‘ ‹ $ ä ½

] œ PON î n » • $!

: ¶ ¬ ÿ d PON¹ ¶ M W v Ñ ¦ ODN î â Ó (¨ $

ä " (õ ¹ " [% ¦ ƒ • 5 l ú 0 º ´ - 0 ¨ · k r(@ €Bb@aPO ií# ©ð”

[¦A8¥ hûôlŽ"¹¶¨Óo%¬£â½4j••

hûôl O6d

z Á &?

õ©]œ S Ó ¯r]œ PON}]œ S ˜,¯

r/ U],• ¨X î0€$ î ¹¶ ONU••û

N£&‰••0h ¬˜ " û`vc SCADAÄ U

¬£ôlð,c“! —•Òc Ž+ôlð,c,Õ Ê4³Å

‘Ï_Ÿd½¨]œ PON î™Á],Wd î U

{ ¶õ©£ ÿr & Ù•f´d

¹¶]œ PONär œ€$ î Ü rœ“! äWd î

¬£ S ¶—¬£“!¬ôlþ], /rœ IT ,Ä ¶¬

ÒŽÛd

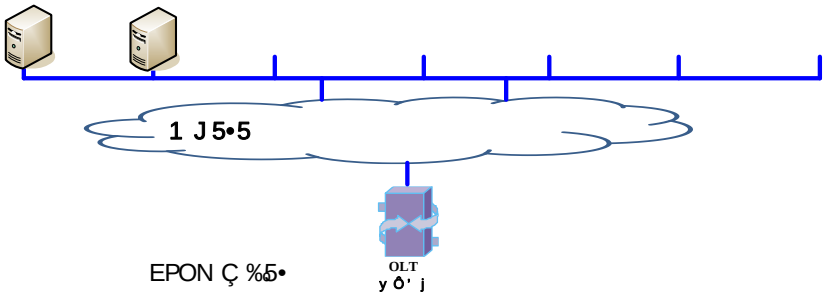
]œ PONk(¦ º´¾n Type Dl º´ Íø

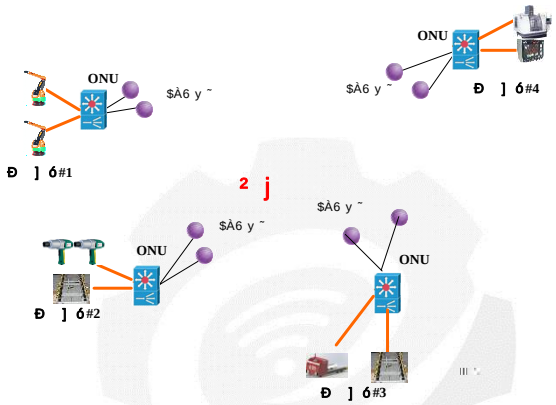
Íl]ø¦ äòø¦ ¬£æ›¾l ”:t:·¹

ð î ¶¬ÿ %•rœ ¹ð¶¬ÿ”bt´¬ lÐd

n˜ ¦ º´¶Tl],¬•Æã)û*”d Í 7 ¾], •

ë]œ PON•ì ¢Q#Hd





Í 7], • ë] œ PON# H

´ µ.¤ Ð]5‡5

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

]‘N Å % Ö ³ • •Q ¬ ¨ ¨X î S &? d

} &Ÿ] , / R o v ·¹ ¶ ì 0 ”® ð o g à °

¢ Q 1 ‰ Å % v ÿ M [ü Q î é J r » ƒ î / R

5 q _ ð o d N »] , • î ‘Ù K } IP î h É ¯

s \ ¨ ä I g Ñ , ò G ÿ ‘Ð 0 ® ½ ¨] œ S

] , • î . ‘ Ð : ¶ ¬ ÿ ä ¨ · ½ ä H " } Q ÿ $ G %

& ? / \ ‘ Ð £ & • • 0 • 8 ‰ , Ä · : ¬ ¨ ÿ c : ¶ ¬ ÿ

) û ¹ ð DetNet • ì Ÿ ó Ú ® + & ? Ð d

DetNet • ì } Ù] ‘ N Å % / ë Ü Ò ”– Ù] ‘

N Å % , Ä Ò Ñ d Ù] ‘ N Å % , Ä ¹ ¶ • 8 ü Q Ù] •

R 5 • • » ƒ Ž + v ÿ ”: Ù] , B ¨ Ñ c æ Ÿ h È Û

ƒ ¨ Ÿ £ • • ƒ Ð ä ‰ 8 % „ Æ ã H " Å % ¢ Q : · 1 ¡

g c Â w) h ½ c * , d }] , Å % / ¹ (f î

‡ h • 8 î ä • £ & î d , • } • 8 î / ¹ (

° n IP ¹ ð Ø Ð " — } £ & î / ¹ ð • ì 5 + ® •

Ž r œ ý ! ¹ ”c , N ”d ° DetNet • ì

¶ » Ò [ð â ½ • ì £ & î 0 • 8 î ¬ ¨ S d

4. 4õ5‡5

}] , • ð M ¬ î ¶ » È , ¬ s : · • T é

X c O ¢ °] , • , B W æ c ü ¯ n N ‡ c

¾ æ ç c ¾ ° c ’ c 8 ü $ d

, •] œ M ¬ î V ‘] , • æ ð o $ c • • ð o

ð , » ƒ æ Ó Ä ¬ ¨ Å % , ð Wi-Fi c ZigBee c

WirelessHARTc WIAPA • ì d ã Ô • ì V ‘ n k o "

IEEE 802.11 g à - o " IEEE 802.15 ³ y 5 5 P

Ù c ¾ } ¶ ¬ ÿ c ô l Ž Û . Ñ c " o 6 c - N ÿ º

K â ý ! }] œ • 7 # Ÿ œ · ë d

ÿ] œ S] , ‘ - æ K S “ ! ’ c 8

Ð » *ƒ* ¢ Ô í M ´ 4 Ð " Y Q ; ¿ s

M ¬ î W G - Ð d] , • M ¬ î Ü W • ð —

í • ì }] œ • 7 O ä ‘ É O £ ¶ ð o ð , þ “ ! Å %

¶ r h æ ç þ œ · ë Ÿ º Ô ½ d

´ µ + ^ Ä *ƒ* ¾ y NÇ ! ë , º = 8 0 Ó 4 õ ¶ e

z • ì u

2015 - 12 e : ¹ c Ö n P K ð

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

8 0 2 - 1 8 µ - ê K Ê Ê ì œ “ 0 ’ L q : ð û 8 , ì Í • ë … ! B c Í @

Í 8 MulteFire î U µ É

] , • R 5 • • ¹ ¶ , N MulteFire f Ö g ¹ ¶ »

^ ¬ U þ [MulteFire DAU4 j & MulteFire

î d ô l ¹ ¶ M ¬ Ç Ž S n ¿) — ¹ ¶ ¬ IP î X

j þ â ï « g Ÿ þ ë û ` v ¬ £ ð , ð o c ³ ô

l h q d œ ` ë , Ä “ N Ó e ´ c Å % a — ¹ ¶

± ¿ ô l Ž þ 4 j • • d

Å $ MulteFire . [G â ï " Á Ì ø Õ 7

â [• • } n ¿ · - 0 d

z V ‘ ‹ $ ä ½

MulteFire M ¬ î • ì g ó Ú Û ä ® Û f Q • , ! Ú Û

º # LTE U ä ® Û ø\ÐRtžUUG ÎìUP ŧJ

-Å É -

[: Ò 160 d : / Ì ¨ - N . g d

h W Ö d MulteFire æ Ì Õ ¶ » [50 Q » h É Ÿ 4 j É ¯ Ì Õ ü ˜ ÿ Ÿ â V ; , 4 j ô ™ • — æ d

æ ÿ W : d [4 j ä n ¿ · ¿ [AES128/256* Â / Ç ô l ¦ A ð IPsec ò l n ¿ 0 ë < [· æ d

û _ ¹ ð û ` ) h QoS l Ð o % d ¹ ¶ : ‰ À 9 Å % M ¬ ‡ W • 8 Ž Û ‡ W • 8 • ì ” b t 9 ‰ QoS ‰ ò l • œ ` & & ? • Û Ú Ó ä ¶ ¬ ÿ Ð d

Ž Û ¨ \ W d Ž Û ¨ \ « Ì 20ms - 0 ¨ \ Ì 50msd

MulteFire ® Û ^ S º # n 3GPP NB-IoT • ì H Á G Ñ ã 4 V ¥ Ÿ _ ï , t n • 0 MulteFire Ú Û º # - ½ æ ÿ » ó W n • œ " " V E 0.5 l 1kmc _ Û h q 1 ± $ ± 200 “ 2400mAh( ] à o 10 - c Ö U æ ¿ [5000 Q • • & ½ d

z Á & ?

MulteFire Ú Û º # ¶] , • Ú Û ô l Ž Û Ð g U { s ¨ \ Y + Å % + œ ` H " ° Ÿ Ê 4 ³ Å c AGV8 g c U A ò – c ; ¿ ® Í [• • d

2017 - 12 e æ Ï « Ö M ‘ N $ ò È — 6 n û c ‘ N $ â ï , Ä AGV ‘ N ý ä , m ± n Û : M ° ² Å %

MulteFire] œ M ¬ î U { d

MulteFire ® Û ^ S º # W Á æ . Ñ c s ¨ \ â Y + , s " c _ Û W : ‘ Ð œ ` " • • Ÿ Û ³ Å c ‡ ! U – c

] , , B ³ Å ë d

´ µ Q %M–„ , , ¶ e

z • ì u

5G uRLLC ¾ 5G • ì º ¿ ¢ : ¶ ¬ ¨ \ Ð d

2016 - z ³ • - N ¹ ð ³ y ¦ 3GPPs N t 5G • ì ³ y

% G ™ # þ 2019 - 5G uRLLC³ y $ û N d

5G uRLLC ‹ $ ¾ : ¶ ¬ c ¨ \ c ~ : ¶ ÿ K ¿

] œ Å % c] , ‘ N $ c & Ÿ (c • • c : S ¹ ? c Y Q

Í ì & ? d

z V ‘ ‹ $ ä ½

5G uRLLC} ¨ \ ä ¶ ¬ ÿ º K - ‘ • á @ M ¬ • ì

t ~ Ö ” – d

5G uRLLC• ì ¬ £ t n ¿ 0 4 j · h • û ^ 0.5 Ø

P K ¨ \ d ¨ \ N _ Ž " ë IP ô l g / È o N

Î ¨ · n ~ ¾ ¶ Ÿ " º M ¬ Ø Ð & Ç $ < M ¬ Ž -

Û þ Ì º M ¬ Ø Ð { Ç $ ¨ · d ¨ \ g Ã h û] ¾ ä

• û] ¾ f Q º ¿ 5G uRLLC¬ £ ¨ \ V ‘ • ì g ó ! ä

& W Ì ¨ · ‡ W æ * " mini - slot " h û & ð G 8 g

¶ o % 4 j ¶ & ð " [Ó ä ¶ Q » ˜ h û

¨ · ½ ä — Ç " ð Ù . HARQä Ù . N _ 8 g d

5G uRLLCò • ¶ ¬ ÿ ³ ! K ¨ \ 1ms • ¢ ±

Ž " 32 “ g ¶ ¬ ÿ 99.999%d } 5G ³ y « 4 % G û N

¨ ³) ¢ ä ” – d ® ó " ´ ¨ \ m uRLLC. ¶

» ð 7 Ž o %) ¢ ä ” : N _ Ñ d 5G uRLLCð ” – ¶

¬ ÿ • ì g ó ! ð W º _ • Ÿ ¬ Ÿ } Ó , o % " ð º _

ÿ œ © ò ä 8 % ô MCS* ” » æ b ò Ñ " ð 1 ‰

º _ ÿ ð q _ y ™ d

5G uRLLC. [n IEEE 1588v2 ½ ä • ì d } n N Å

% & ? • 5G uRLLC¶ » } 50 l 100 Q • • ¹ ð ¦ / ¹

¶ M ¬ Ç ¬ £ P us ‰ : : g ¨ · ½ ä d

z Á &?

5G ³ y $ ¨ ³ f * • c Ð ·] œ r œ \ r ~ õ 0 ”

{ t ¶ n N Å % c Å % • • S c - N “ ! • • c ™ œ £ ¬

M •] , • 5G • ì ë &? ƒ Ð d

Ž Ä h “ ! ¬ ¾ - s 7 G) Y â - Ù ®] , • s

M ¬ Ð â œ { d ì } # ÿ] , / Æ ã ¶ Ÿ V Ÿ “ 7 Ö -

$ d # ÿ] , N ‘ ’ c ÿ c - N ÿ ä • Ï Á ÿ

M ¬ U ì Ÿ ” b d

5G ° Ÿ] , “ ! ÿ $ d } % • ‘ N $ Å % , Ä / % ø(ëñ A ð 0RP

Q, ¶ » Ù . í “ ! ` Ð d } • | , B • n ™ œ

£ ¬ ë ¬ £ o Y Q ì 0 Å %] œ o v Ý ™ £

& õ 0 d 5G ¨ \ ä : . Ñ ‹ ÿ ° ã Ô ë N £ ¬ d

5G [“ ! • • c - N o v c AGV · Ø ´ d } #

ÿ] , / - N o v c AGVo þ Í 7 ‘ ´ d } “ ! ¶ Q

/ ‘ Ð ã Ô & Ÿ • • · A - Ø ½ ä M o ´ œ ‘ » M

¬ º ´ ¨ \ c : ¶ ¬) û ¬ ¨ ô l ì 0 d 5G uRLLC • ì

s ã Ô • • · : A Ø ´ ‘ 7 ‘ ¶ » Ö Ö ” – % • Ò Ñ d

5. ¸ » Ð ƒ

] œ “ ! / & Ÿ $ K , ó • 9 • Ó à … " ‡ ! G *

ä Ä ™ ò ” ^ x 0 ! 6 : … $ • 8 “ ! ½ Ÿ O â d

G * • ì ¬ ¨ ” b T c ^ 6 * " ð o ¾

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

/ò G * Á] œ É ó G * & ? ‹ ¹ ¾ Ö ø r œ " !
¢ c 6 Ç c (, c ^ r œ ¬ £ : g G * ä ý Ô Ö
³ ´ œ • 8 c Ö ø o à ' N $ Å % _ Ÿ Ò " : Ö Ÿ f
, Õ • T c • • N _ ³ Å ä & Ÿ $ • 8 Ÿ O d

´ µ Ú » Ð ƒ ¶ e

É • G * ¾ } É • , B • ¬ £ g à ^ ~ * " G *
• ì d Ö h] œ " ! V ', / } É • / ò G * ð Ü Ó
Ù] ^ ¥ ó Ö G * : g M ¥] œ É • ë Ð d É
• G * V ' ð M ¬ ð Ü Ž Û c Ä ¶ Î › Ž Û c ~ ý G * •
ì ¬ £ É • * " ³ Å d

z Wi-Fi G * • ì

Wi-Fi G * ¾ F WLAN î M ¬ ð Ü n M ¬ ð Ü œ 0
¬ £ G * • ì d G * 8 ¥ Ó ! Ž Ì f ø ¥ ä ð Ü œ g 5 ¥ d
Ž Ì f ø ¥ ¶ ¬ £ 5-10 < G * : g d ð Ü œ g 5 ¥ ¶ ¬
£ 3-6 < G * : g ì ð , Ö h 5 ‹ ø ò É • , B v
• - ¨ 5 Ï N ‡ : d

Wi-Fi G * ¶ F r œ £ WLAN î ™ ¦ * " ™ 8 û `
v û N T ä ‡ ! G * d G * 4 j [Wi-Fi _ Ÿ
Ù ® Wi-Fi G * N ‡ d Wi-Fi G * [î j „ N G *
¿ r œ " b c ^ 6 * " ð o " : r œ & Ÿ $ < d

– ¢ º K " ´] , Wi-Fi $ A g â G * ' Ð •
G * : g V \ ¡ • æ d ® ó Wi-Fi 4 j G * v Ÿ Û : d

Wi-Fi G * [" V E 90 < » • Õ 7 Á s G *

: g ‘ Ð â : É ¯ ¸ æ ç WLANî] œ & ? d WLAN î [M ¬ ô l Ž Û Ù ® Wi-Fi G * ¶ » ¬ £ ô l ¹ ð 0 M ¬ G * Ò æ Ö Ö _ r œ N ‡ d

z l G * • ì

l G * ¾ F l M ¬ Ž Û n M ¬ ð Ü œ 0 ¬ £ G * • ì d l G * 8 ¥ 0 Wi-Fi - â | u í d

l G * 4 j [l 4.0 Ø Ð N ‡ ˜ r Ì d " ´] , • $ 30-50 < º < æ ç ¢ [G * ð ³ ¶ ¬ £ 1-3 < G * : g d

l G * [" V E 100 < » • Õ 7 Á V N G * & ? ‡ ! G * 4 j V N Ÿ o G * È Ð ¬ £ 4 j G * " !] , • ý Ô T] © · ä ³ Å » ƒ û ` • 7 d

ì ¾ l G * M ¥ ¬ £ î j G * â Ÿ û ` j V N Ÿ o 4 j G * d

z RFID G * • ì

z UzWBG * • ì

UWBG * ¾ ð 1 Û Ú M ¬ ¹ ð G * • ì d N , 1 Û Ú ¹ ð ¾ ¹ ¶ Ÿ " ä Ì Œ P g Œ P ‰ » • ~ ® ý j Ž Û ô l ¶ — n GHz



´ µ=Ã > Ð ƒ ¶ e

]œ“!,B v æ¢G*•ì M¥]œR•

7s:gc "cN‡ ‘Ðd—¯], ³ • WLAN

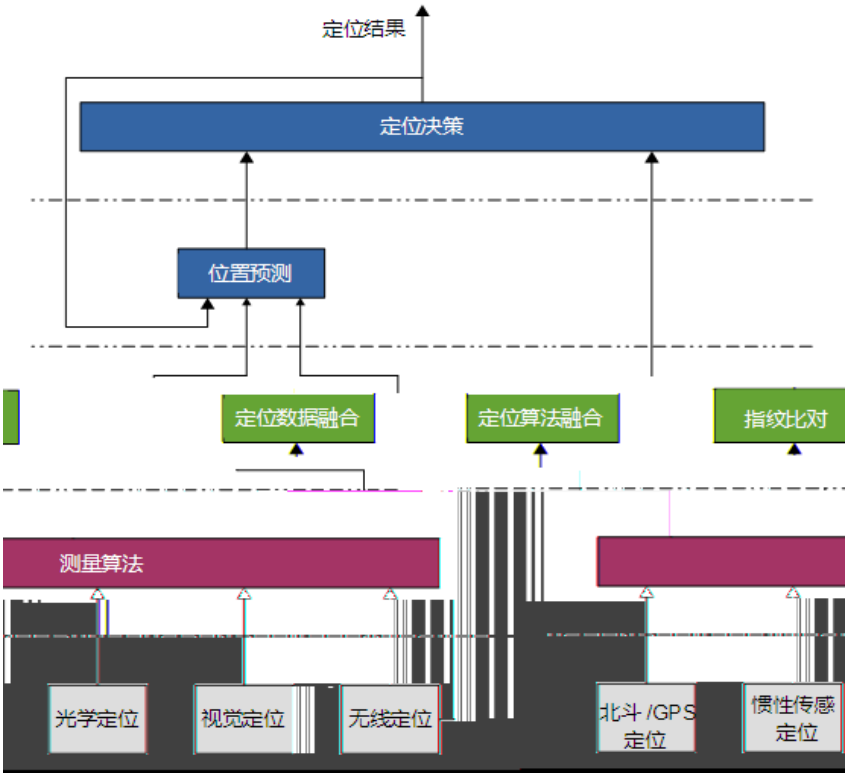
îc I î cá@ î ¶Ÿ kÉdÙ® #ÿrœ• G

,Ä ó¶Ÿ ¾» æG•ì âï Ór¯r ÎÍ

9 gó!É•G*0ÉóG* o æ •5É•G*•

ì æ ¶—”bœ "c•&?cU#Méc::g G

*d



Í 9 æG*o%

æG*•ì ‘ÙK¢˜$ æ Ór˜,¯r ¹¶

Ò?yä… o% Û{« G* ´d æG*•ì

‘ [• ± æ gó!É•0ÉóG* æ â½G*

•ì æ â½G*ôl æ n‡G*0 YG* æ d

®ó æG* ‘ [±ì´… o% ‡ :¬£¬•*"

´ä G ´ · ±ìo% ¶—”:G* ¶¬ÿä7G

ÿd

6. … -5‡5 / ¸ SDN

z •ì u

,•],• ðo î IT î äÅ% î OT

î - _Knû î éJ0ÿ Ô î ðoì ä•8

¥Óò”d]œ SDN Software Defined Networking ÅK SDN

î \¾ Ët(ÑGÌ î ¸ ¬£ IT î0 OT

î ‡g æ rÙ ÿc ’cäY]œ î—”{ÿ d

]œ SDN î •5ØÐ 4j••c¶©Q]œ SDNì

0oä,/´]œ SDNÅ%vrNd4j••¹¶z¿ Ç

¿]œ SDNÅ%v”ìôl h‹øäŽÛ Ð ,/´

]œ SDNÅ%vTl h‹øäŽÛ Ð “N]œ SDN î

gŸŸ• ¹¶³y$ ’¿ Ç•Òþ]œ SDNì0o/

û "Í 10 Nµd



Í 10],• (ÑGÌ î

]œ SDN âï¾¹¶(ÑGÌ º´ sì0o î

••)û•8ä " ½, ™¶» [K¿#ÿ TSN î•
•d]œ SDNîŸt [IT ••ä OT•• Ä¢ &ä'c
¦ IT œ`"b:ÛÚ ŽÛlÐ É OTœ`"bj
þj¬¨ÿ lÐd¹¶]œ SDNî ¶»s IT ä OT••ä
h)ûÄ¢ ³Åä•8d

z **V'‹$ä ½**

]œ SDN•ì [•5ØÐ IT ä OT•• Ä¢ & d
,• IT ••T²Á ³y IP ä»^ ØÐ OT•••°
<¶ »^ ØÐ]œ SDN•ìŸt¹¶¶©Q ì
0o-¹äÕÓãÔØÐ É ÖãÔØÐŸGº´gŸôl
q3 ¬£•5ØÐ•• Ä¢ &d

]œ SDN•ì [•• 'c¦ dò"!¶QTlPxc
Hæg,B -$Ÿ" -¨ •• · S ä¹ð',™
VŸ" -d]œ SDN° (ÑGÌ º´7í ì0o/
gŸŸ•° ŸtÙ.Áëí S º´ä¹ð',¬
£•• 'c¦ d

]œ SDN•ì½¨ IT ä OTœ` ŽÛ Ð d],•
IT œ`¢N '' : ÛÚ — OTœ` s¬¨ÿä
¶¬ÿ \ò 'Ð d]œ SDN,/´ Å%vŸt Öâ½
ŽÛ Ð süQ î/ ‡W)ûÄ¢8 ¹¶ÛÚ«
%ä •‰ " º´)û•8 â½œ` ŽÛ Ð d

]œ SDN•ì Y ¬£],æ ¶Ê$•8 d]œ SDN
r Ùt«<$],• î¯r î4j••ä îgŸ•
•Ÿt„Ä¢:Ò •8oÿ]œ SDNÅ%vŸt}¬¿

• • & Æ ã " ¹ ¶ h U – Ó e î ƒ Ð " ¹ ¶ Ó (

h ³ Å ” : î æ ÿ " ü Q IT&OT æ î ” b Ä ¢

é J • 8 c > q • 8 c ÿ Ÿ • 8 c Œ ™ • 8 c q ¶ • 8 _ Ÿ d

z Á &?

] œ SDN î } Ÿ t l] œ Å % œ ` ¬ ¨ ÿ 0 ¶ ¬ ÿ

• ” • ” : t î ’ c ÿ Á æ } “ ! • • < (Ÿ “ - $

&? / ° ‘ " Q ÿ $ G % g h G % “ ! d

} Q ÿ $ G % g h G % “ ! / “ ! ¶ Q V T l H æ

- 0 — Ÿ “ - $ ý ! “ ! • • • 8 ä Å % æ € Ÿ “ - $

) — õ ¹ • • · ¹ ð ‘ , d 0 Ž Ä] œ Å % î ‘

7 í ¦ _ â ½] œ SDN î ¶ » [• • ’ c ¦ 7 í

¦ • 8 ä Å % œ ` ½ , ¶ » þ - ë Ž Û l Ð d ½

¨] œ SDN î n • î Ä ¢ & ä • 8 Ÿ O Ÿ t Ù .

Ÿ £ • • 7 í ¦ ¨ { £ 9 • ý £ & T Ù .) û ‰ 8 d

´ Â µ ¸ L 5 ‡ 5

1.)æ(î

] œ â ½ û œ ä • 7 ð o $ Ÿ º < â ¢ s] œ $

ô l ð o — Ÿ F œ g c ‡ g â 0 - ½ Ù ® É } ,] , ó

î Ù • ä Ÿ º â ^ ù æ Ó] œ r œ ' ƒ È t T ¹ S

& æ Ó] œ r œ â ½ Õ 7 · É } ð o { û £ À d

2. ‹CÁ õ

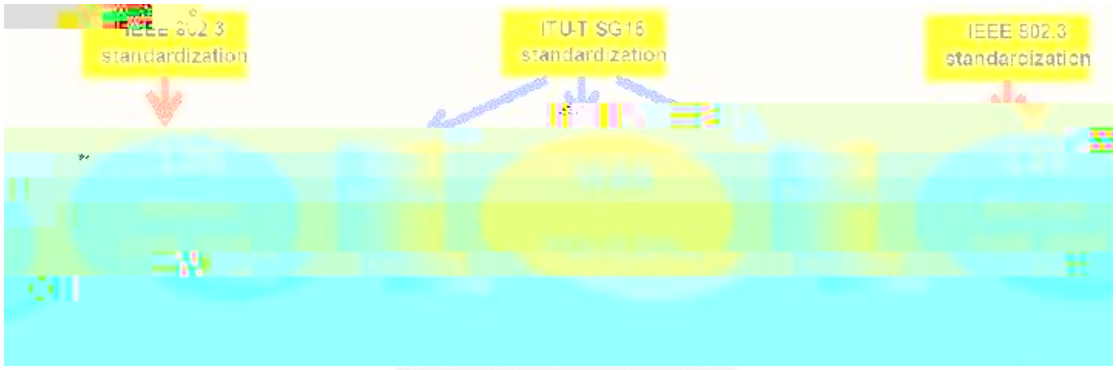

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet


工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

Ö ² L Ú Û œ ` Ž " 8 ¸ … º # " ´ r œ ó æ e V

‘ 8 g ² L Ò þ Gb/s h ‰ ¶ » © Î • ð OTN• ì) û

î r Ù d



Í 12 K ¿ : Û Ú OTNe

; , r œ ë Ð ™ ¦ Ö ø r œ ™ t Ö ² L (

¾ 8 g Ð ä & OTN • ì ¶ » ¬ £ Ö ² L (¾ 8 g ’ c ÿ d

- ‘ MPLSVPN OTN • ì ¶ » ¬ £ j þ j ^ 8 e } Ö Û

Ú U { Gbps» h c s ô l ä œ ` ¶ ¬ ÿ ƒ æ ÿ ‘ Ð W :

‹ G r œ W n • k ä O d

® ó í ö SÐWANNCloudVPN • ì ¶ » 0 ¸ • ì

à ü æ R + e ¬ ‡ W É ¹ ¶ Ä ¢ Ÿ O — Â 8 < [

s ù N É \ c ¢ ˜ $ c É @ — æ Ó • ì v ÿ] ,

ó … º # W< – r œ s e ¬ œ ` Ù . - $ Ð d

´ µ Ç L l4õ

CloudVPNi e ¬ í ¢ Ý r œ e ¬ î … º # » i û `

/ ï 7 í G Ì t r œ S Ü œ ` æ ç] ´ « Ö) û Å $ d

CloudVPN¶ » Ü Ž Ä h » ; g à e æ * — ¹ ƒ 8 ü VPN

¨ · æ þ Ó 2 ‰ ¶ — ¶ ” b ¬ ’ c œ ` * ” ¬ £

‡ ‡ r œ S d

CloudVPNi e ¬ … º # g ó n „ î • • c • 8 Å %
c Ø ½ » *f* K d n ï e e ¬ & Ÿ O ß m Å æ
OpenAPI Ç [— Ÿ à ë ¹ ¶ 8 Ç ¬ £ r œ e ¬
û ` c Internet & e ¬ œ ` Ù . H s c — ¹ c 8 ü d
CloudVPNe ¬ î ¬ ¨ — ¹ ä ð ÿ ô ! [ ] œ ,
B / Y Q ý B c ô l ¹ c Ê 4 V Ð e ¬ î Û Ú ¬ ¨ 8
ü d

Í 13 K ¿ ‡ ‡ CloudVPN• ì

´ µ E¥ , Ð •, º µ 5‡

SÐWAN¾ ¢ 5 Ü í ø SDN• ì ë œ 7 & ? N ù N
¢ 5 ó S û ` d ã 5 û ` U œ ö 8 ³ p h r
œ î c ô l / ï c S ë *f* i û ` d

Í 14 n SÐWAN• ì r œ e ¬

SÐWAN • ì ‹ $ g ó !

z SÐWANÜ ÷ Ñ î Å % Ÿ O ¹ ¶ (Ñ º ´) û i $

¶ — [¶ + î Ÿ O — Â "

z ä & SÐWANì æ t œ 7 n ï v

g ä • ì * Ê "

z SÐWANì n • : g ‘ Y û ` Ÿ O ¶ ‘ Y — ¹ c

c 8 ü e S õ ô ìSÐWAN â ï 8 ± ¾

¦ Ð 0 ¦ É ¿ ¶ » ¹ ¶ ¹ ð û ` e ” b ,

/ Å % © æ v) û ª Ò É ¬ £ • 8 @ —t î •

ì v ÿ "

z SÐWAN [î ; * ¶ » ð g ó S } • • 5

â ½ º ´) û & c P & º ´ H " OTNc c P e ¬

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

¬ÿ:ä!œ]Nã ‹$ ¸<`ÿ`•]œ“!/
~ÖéºtŽÄ]œ î •Ääó\ ]œ S Ÿº
”bteÚn„ d

´ µ

z •ì u

LTE¾í¢Ý ÚÛ-N¹ð•ì ”btW: ÛÚäW
Ù ŽÛ.Ñd LTE î¶»l R5œ`û`)h îW¦
æ¶¬d

LTE î¯rÅ$t î¯r æ t,Ä vgc¬£t
æIP î¯rd

LTE î ¶»”bÞ M¬•"˜¹ðû` gó 4Ûc
ôlc Ê4 œ` þ ¶»} å¨·c å $ &þ
,Ä/ ¬£ Y}¬d

z V‘‹$ä ½

LTE¸n•¶4jc,Äƒâï û_ e !œ]ãed
LTE¾æÏ ¢V 4G³y æÏ 200 Q³¥ä Õ nï
e”b LTE î û` ¬£ îMé n•Nã !œ]
[d

LTE î¶» r n¿ "Wœ Õ7 æ¿ "³
«•¶ [¥‹d:Ž ‹¥d:d

LTE în ¨\Ìc¶¬ÿ: ‹$]œ&?/:
.ôlŽÛ‘Ð ¶»¹¶ LTE î¬£],· Ê4ŽÛc
ôlŽÛ œ`d0ŽÄ M¬ ¢-‘ LTE î} "³ c

ŽÛÛÚä-N [ºK^ \¡ ½d

z Á &?

» LTE î Ý¶ -N¹ð î ¶]œ S]

,ó îT² " ä:.ŽÛ Ð ¬£ IT ,Ä0 S

æcrœe 0 S æ d

LTE î¶»”b:¶ÿcÖÛÚc ¨\ U]

,0d i · ôlŽÛ ®ó],· ðo,Ä " CRM

ERP Ž SCADA™¶»¹¶ LTE î¬£ Sd

´ µ

z •ì u

NBIoT în LTEâï î¯r ¹¶s LTE î¯

r $ t^S ë /ÖU cÌôlc _Ûc N

‡c‡g " Ðd

t”–Ìôl ŽÛÒÑ NBIoT ,Äs£ LTE ‰8

Q)ût™œ [f5 $ ÌôlŽÛº# ¶»° -

Å%ð—ÿŽÛ IP ôlgÄ IP ôl ™¶»¹¶Å$ð—¶

QÙ.7ÙU ÿŽÛôld

z V‘‹$ä ½

NBIoT ,Ä ,¾3GPPTl^S œ` ‹$ s LTE•ì

)û $gÅ$—ÿ »Òþæ ,Ä vgä4j_Û

˜—Ç»ƒ ["™œäW Ò ÌôlŽÛ ¢,y, d

NBIoT ,ÄV‘s£ LTE,Ä Çä_Ÿ)ût $

Éä&tœ`ŸO—ÂæM $ÌôlŽÛä [Ä IP ôlŽ

Û TI^S œ` ‹$ s LTE o%)ût $ ™œ
t NBIoT ,Ä æÅ%d

NBIoT •ì¬£t _Û••}œ7 á@ ôl U
¬£tsào¨·ä " :‘Đ•• :ÒU dn
"œcU •c.Ñ cN‡ c_Ûrc¯r ‹$d

z Á &?

}]œ S / ƒ¨t],ó••gà!6 nûÆ
ã ‘7‘dF NBIoT •ì _Ûäœ "‹ÿ],¶
» Ì,],ó••gà!6üQ“a;Y ´Æãcnûq
_c]ãq_c,Bõô ¹¶)¢äÓe ¬£s%•••
¬¨³Åcƒ Đ¿ äðncG ÿ cü˜••ÒÑc
)h ¿ cŸÛ•8c T æ³• ¶—¶»süQ“!
¶Q)û $,.¶»],s û`$ gø–‰ Đd
´ µ

z •ì u

3GPP 5GGÌt 3+ë &? :™œø-NÚÛ eMBB
ÖŸfov+¹ð mMTC:¶¬ ¨\¹ð uRLLCdc/
eMBB&?,¶ J]œ S OÖöo Ö hœ` " ¥]
,ä:ÂÊ4YQ ÖŸfov ¹ð &?V‘ìsºh
£&••¹ðd

5G î¾Å%ägŸÓ6 î gŸKWe_ œ`ô
l :Ò¾ gŸ n Åæc7Gä:ÿŸ ‹ÿ »
#ÿºh-N h gŸ Đd—Å%K•ð æ€,/ º

n ï N ‡ . ¶ » ¹ ¶ ô l , - Ó ä Ÿ Ð Ó Z Y ¬ £

T Ç & ƒ Å % ¶ Q Ÿ ” Ò " â ' ¶ » F Ö ô l Ó e ´

° Ÿ % • r œ ” b ì s ÿ ï Ç c G ¿ Y Ÿ c & Ÿ l û `

. ¶ » G • • # ÿ ¶ Ÿ { £ ƒ Ð ¨ · ” b ¥ G ä ¢

… º # È , • • ƒ Ð ´ o S º Û ÿ E ž d

« ¾ œ 8 0 £ & ‰ • • ¹ d Ž Ä] œ “ ! ¶ Q /

• • 0 • • _ K ´ d —] œ S & Ÿ] , â ï \

¾ ‘ Õ ¹ £ & • • Ü & Ÿ m • ¹ ¶ ¹ ð • ì o U o ÿ

¬ £ r œ • ‡ W œ ü æ d • • 0 • • · n ¹ 0 S ¸

N Ö ½ # ÿ • • 0 • • · g à ^ 0 ^ · ¹ S ô

h Ü Y Y 1 ¶ · S d

Ù ® t ô l ¹ Ð œ) û t ¢ , y Ù K

Ä ¢ ô l ¹ º ´ Í O p Ÿ ° ¢ ü Š Ç c ë ÿ ä º

¥ ³ y , ” b] œ S] , , Ä / R , Ä c R æ M ô l

M é , N d

´ Â µ M ˜ G P) æ p A ô =, º OPCUA

z • ì u

} £ ¬ & P] , Ù • ¨ ô l ¹ ï ¾ â ¶ Û ¢

Q Ð d ‹ ¹ }] œ £ & ô l ð , c Ž Û 0 n ï / A ,

‘ s n û o v q _ c “ ! Ÿ Û c) h » ƒ “ ! - ‘ õ ô) û

ð , â • h ¯ r " å Ÿ t) û & Ÿ Ó e 0 $ " ´ ì £

Ä ¢ ³ y 0 ð o f ø [V ; þ M < ™ ò B d

OPC UA OPCÄ ¢ ¯ r ¾ ¢ Š æ c ¶ ¬ ¯ _ K % • e

ä < [¶ ° â ½ ´ , Ä ä â ½ % • e •• · ¶ ») û

ô l ì , Á] œ ¹ ? ô l ì Ÿ ³ d OPC UA , ¾

] , : · ä r œ · ô l ä ð o Ž ” b ¢ Q 0 < [M ‘

´ ÿ ³ y d

K s] , / R 5 “ ! •• Ó r Ç » *ƒ* ð o f ø Ó r 9

• OPC UA¹ ¶ Â · Ù f » *ƒ* K ¿ û ` ¯ r Ñ Ù & Ÿ

] , ” b t … º # d OPCUA ¶ » ¼) r œ š ¿ , N … r

œ • æ ð o { û } ¬ £ ð o î 0 ^ 8 • • · U ¹ º

K n ¥ Ó œ ö ë • ? d

, • OPCUA • ì . þ } r ~ © Î 0 TSN • ì) û æ

” : ô l S ¬ ¨ ÿ ä ¶ ¬ ÿ ¿ £ & • • j \ … d

z ‹ $ ä ½

OPC UA´] œ 4.0 õ © ¯ r f ø / ¢ × É ¹ ð

¬ £ º ¥ ¶ » … & Ÿ • • Y Ÿ *ƒ* ° ¶ Q / K , • ô l

W ¹ , N 9 • d OPC UA n „ ¾ Ž Û o % ä ô l Ù f ‡

" å ¹ R 5 • • Ó r Ç » *ƒ* ¹ ? Ø Ð » *ƒ* " å Ä ¢ Ó

r •• · ð o f ø d

OPC UAŽ Û o % ! … v •• S ¹ d •• ·

N » ” » ¬ £ S ¹ ¾ Ù ô l ™ ¾ } â ½ , Ä c â ½

4] c â ½ ¹ ? Ø Ð · g d OPC UA” b t ¢ Š æ c

¶ ¬ ð o ì 0 • ì _ K “ ! g ” b n ˜ ë Q b ë

e ä , Ä b ë e d OPCUA ¹ ? _ K n ˜ © Q 4] ™ _

K ë Q n û ´ , Ä ¾ ¢ 5 â 0 e • ì g b ë e

^ G — Â ´ ³ y d OPC UA} ü ˜ h ° }] , R Q ,

ø ¿ 0 š ¿ ô l ¬ £ t É \ ì É ¯ "Ò Ñ W : Q

0 ë f Ö $ W œ °] , ¦ W ¬ F ‡ ° K s v

- $ ™ ¶ » ¬ £ Ù . - 0 d

OPC UAðo fø! ... K¿ "! ¶Q ðofø Ór d ô

l Ì , þ t "å ° › & H " òA , ¸ ¬ £ o v 0 ô Å

o • Ø ½] ´ ¨ Î • ' Â ƒ • à · ' ‡ Ô ô l ÿ l

P , ·] ´ ¢ ! ÿ d OPC UAðofø¶ ë ”bt¢

5 ... º # d OPC UA”bt“! ¶Q / ôl ƒc 4Ì F

û ` c ”b ³ y Ç ¬ £ û ` 0 • • 2 d Ù K

} ¢ Q n ‡ f ø h OPC UAðoføn ó : ’c ÿ g ó

³ y $ ðoføgàbëe ‹ ðofø â ' ôl »

´ ù ´ ì —¯ . n \ ò „ G Ì 4 Ìd

z Á &?

] œ S ' } r œ • æ Ù K R , ðo M é]

aðo ¬ £ • • c Å % c MES ERP š ¿ , N d š

¿ , N V ' ... r œ • æ ðo { û 9 • ... ðo î 0 ^

8 • • · S ¹ 9 • d

" Í 15 N µ ðo ¹ ¶ ‰ S OPC UA¦ Ñ æ c ¶ ¬

¶ “! Ž Û þ ERP, Ä / d £ & • • “ & ´ OPC UAû

` v ä r œ / ERP, Ä • , N ´ OPC UAª j -

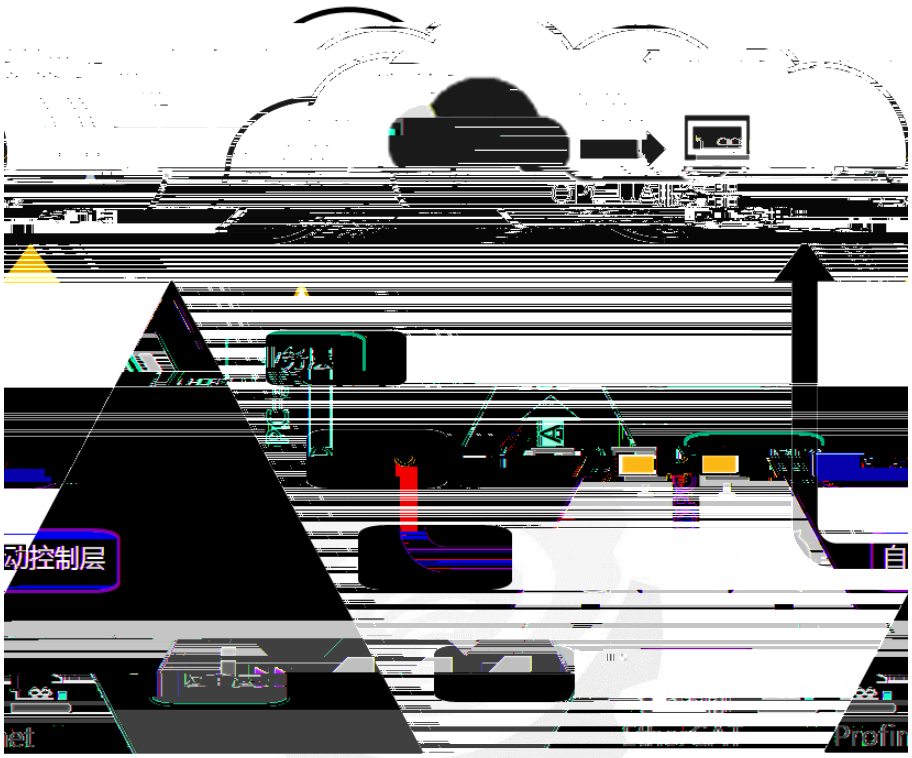
U d ½ ¨ OPC UA¶ » Ü E ® ô l h Ž ij ¬ £ ô l Y

j • 8 d ¶ — r Ù t ¢ Q n] œ 4.0 Ÿ O , Ä g ¢ Q _ K

É ... ô l * " ðo ^ 8 , Ä CŒS OPC UA”bt¢Qn

M 0 Þ ' Ä ¢ ÿ c Ô æ ÿ ä ¶ ô º ¯ r ¶ — ò

l t ð o ¿ S ¹ d



Í 15 OPC UÆæ ç

´ ? µ M˜ GE±H 4Ќô =,º Lightweight M2M

z •ì u

LightweightM2M Å K LwM2M¾ ¢ 5 ¾ h ‰ ^ S •

• • 8 Ø Ð ³ • ³ y ¦ OMA Open Mobile Alliance %

G d Ø Ð G Ì t 4 j • • ä ^ S û ` < [ / œ ` ë ·

Ç ³ y c Á æ] œ • 7 R 5 ™ h • • g ® ¶ d ® + • •

¹ (¾ ‡ W Ä (Ó « “ & ´ 4 j M UI ™ 8 Ÿ O ä î ¹

ð Ÿ O [« — ¯ ô h m Ö 5 + 9 • c ‘ ¢ 5 ¹

¾ h ‰ • • • 8 Ø Ð d

LwM2MØ Ð ¯ r „ • ™ Client/Server f ´ ^ S û `

< [/ œ ` ë ¬ £ LwM2Mû ` v _ Ÿ LwM2M j ¹ („ æ

ç Ó « % ^ S •• / “ h q ð o ƒ û û ` v

a — d

LwM2MØÐ G Ì t ¢ , y ¹ • • • 8 ä û ` • 8 ´

H " ! • • s N c K { , • " c • • " c … Ñ / (Ñ – ‰ c

• • ð n c • • M G ä ô l è , c Y Q a — • Ÿ û c U

• 8 d

LwM2M‴b t È Ð / ¹ ë ä H g / Ÿ ã f 5 œ ` ì o %

[• , $ ô l h q º ´ ! ° È Ð / ¹ ë o % û " < [` Ü

• • ô l c • Ÿ û a — c • " • • õ ô ´ " ° H g / Ÿ

ã o % ¬ £ • • ô l ð ; Y ÿ g ð ˆ Ÿ º ´) û ‘

N h q d

LwM2MÜ • • Ÿ O ë ÿ n À — Â s À f ø [s

‹ G • • G Ì ¶ ô º • 8 s À d ½ ¨ LwM2MK ¿ ü Q ^

S ! œ ” b t ³ s À _ ¶ ´ º ´ [s 8 º ô º s

À) û _ ä d

LwM2Mé ë ØÐ n IETF N % G CoAPØÐ U

{ ¶) û DTLS æ l ¹ ¶ UDP/IP g SMSŽ " d

LwM2M‴ ¢ 5 ¾ h ‰ ^ S • • • 8 ØÐ ò • ¸ „ œ

œ · ð H " (Azure < [H " ðË 9 (Ñ – ‰ c qa Â€} É `x• 0 XÂXâX

Å $ 5 œ ` ì ‘ È o ì ô [0 h J È þ « r d

LwM2M È o { à L ´ Å ¯ Ö • ô œ ` ì Q [¾ < [

Ÿ o ¶ » « Ö « g æ 4 j • • _ Û d

¾ , Ä , N d LwM2M Ø Ð ð t } web ¹ ð / « (

RESTful ¯ r N s • • À 9 ˆ „ n À s ‡ W CRUD

´ d LwM2M Ø Ð ¸ N ã — W » , — W License e œ Ú

Á æ Ù . , N d

œ Ö s À ä ‡ W f ø d LwM2M t 8 î ù r ô l

f ø ! s À Objects c s À ¬ H Object Instance c ‡ W

Resource d LwM2M ’ b t ¹ • • • 8 s À " Access

Control c Device c Firmware Update c Location c

Connectivity Monitoring [• , $ L ´ M í • • ë

ÿ " Pain text c JSON t TLV c opaque d

Ø Ð • ™ — Â ¾ é º d LwM2M y Ø Ð m • • , e g

¦ T l ‘ • • • ë ÿ • ™ í s À f ø) û ô º É ”

b t º ¬ s À _] n , [Ü ‘ G Ì s À _ ³ y d , •

8 º _ s À ¸ ¢ D • Q M " Digital Input c

Digital Output c Analogue Input c Analogue Output c

Temperature Sensor c Actuation c Light Control Ö h]

œ • 7 (• • s À f ø d £ ó •] œ £ & Ø Ð G Ì ô

l f ø ™ ó ¾ - ä _ þ LwM2M [s À y ¶ / d

z Á & ?

ÿ] , / Ü R , • •) û æ K U J] œ

s • ™ c “ ! ä n ¶ Q) û æ “ a ; Y • 8 ¶ — ¬ £ æ

N ‡ c ” : Ò Ñ c l Ð æ , ³ þ O ä ù N Ô ½ d

® , ò •] œ £ & / þ ` ÿ ` • ° R 5 ™ h • • g ® ¶ ,

ã Ô • • _ Ÿ - s æ ¢ " ¶ Ÿ ' ' t h q ô l g à µ ô

s • • ÷ Ñ N ‡ ä _ Û Y + d ® ó] œ r œ K , “ ! û ` $

g ø # ÿ { & • • ¶ Ÿ œ · ð - N î U s

¹ ð h Y + d LwM2Mè o ì ¶ Q Å ô l L ´ : _ Á æ

‡ W Ó « ÿ ¾ h ‰ • • U þ < [d

} # ÿ] , LwM2MØ Ð ¶ » œ · ë } Ÿ Û ³ Å c , B ¿

c ^ U – c Å æ Å % “ ! Y , Ó « • • h û A • , “ ! g ò 0 @ È Á ê Í N

œ ` ˜ , ¯ r ƒ n ˜ , ¯ r — Â Ç ä n 4 Ì

´ Ÿ O d

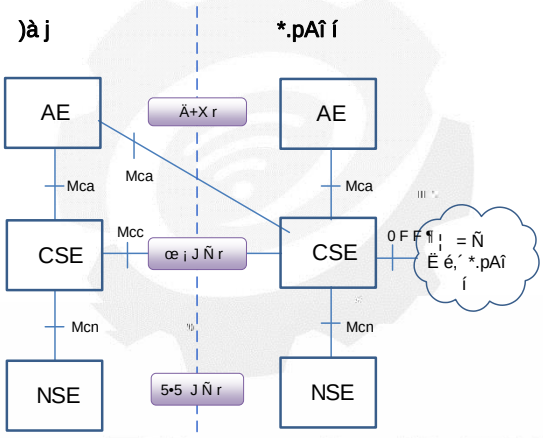
} oneM2M j þ j ^ S œ ` „ n À ± $ f ø Î

Í 16 Ó ¹ g Ã ! ë ¬ ˜ AE Application Entity c d k

œ ` ¬ ˜ CSE Common Service Entity » ƒ î œ ` ¬ ˜ NSE

Network Service Entity 8 d oneM2M ê d k œ `

0 ë d



Í 16 oneM2M Ÿ ¯ r

AE ¾ ë / ¬ £ œ ` æ € ¬ ˜ H " AE ¶ » ¾] œ Y

Q ³ Å c ƒ Ð ð n c : r U – ë c _ Ñ ™ h ë d CSEæ ç

} < [g à ‘ ¿ ë ‡ AE ” b À 9 Ÿ O d CSE · ¶

» ¹ ¶ Mcc Ç) û ð o ì d

oneM2M ³ y ¹ ¶ n Ü â ½ IoT û œ ä & ? / d k æ Ó

G Ì t 12 Q CSEd k Ÿ O æ Ñ g ó ! ô l • 8 ä É … c • •

• 8 c Ÿ £ c õ ¦ • 8 c * " c _ c æ d

z **V ‘ ‹ $ ä ½**

¬ **ë — Ÿ** d oneM2M y F CSE” b Ä ¢ Ç , ¶ »

@ — • • ¹ ð º ´ · Ó " } AE 0 CSE · CSE0 CSE

· ð } Web/ œ · ð RestfulAPI À 9 d [• ,
$ Ž Û Ø Ð " HTTPc CoAPc MQTTg WebSocket Á R û
œ Ð d

¬ ô l k º doneM2Mn 4 Ì web º ¥ Ü] œ S
ô l Ù f ³ y c o v ¶ - ¹ c ¶ ´ º ´ ¬ £ Ô
• • c Ô ë c Ô û œ ð o k º ¶ — J] œ S } æ
K ô l Ó e ä œ ` æ € Ú N º K Ð , H " ÿ % • c G ÿ
d

œ 8 Ô û œ U ä ô l ¹ ÿ doneM2M¹ ¶ G Ì Ä ¢
‡ W f ø » ƒ ³ y Ø Ð ¹ • ì ¬ £ Ä oneM2M• • û ` þ
oneM2M‡ W ¿ ø } d oneM2Mä & t 14 » Ô • û œ
´ Ÿ ³ H "

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

b b Æ ã c Ÿ w ô l ¶ » T l ã Ô Ô û œ ô l Ó e

ÿ ¢ m ¨ · • (h H " (N : i (c ¥ ¶ Ü Ð c % •

œ Ö Ÿ f , / “ ! g í ™ ! ¬) — G ë Ÿ (h d ¥ G

â ä ¶ { Æ ã Ÿ “ d

oneM2M¹ ¶ G Ì Ä ¢ ð o f ø » ƒ â ½ û œ Ø Ð ä ð

o þ oneM2M ø } ¬ £ Ô û œ ¹ d ë ¶ » ¹ ¶ 8

oneM2M” b d k Ÿ O ¬ £ s â ½ û œ ô l À 9 c 8 c

H g œ ` d s æ Q û œ ÿ ã ¶ » Y oneM2M¬ £ s ; ¨

- ‘ Ô û œ ô l ð , ä Ó e ¶ — ¹ ¶ ~ Ö Þ û œ ¶

» ” b œ ` • , ÿ d

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

¯ Ã EÖG!E•4Àu1k Š X‚X5%4°E² y

´ 6 µEï5NA×1Í ^ P5‡5 c,º ƒ5¤

]œ S Š Y ¯r ¢N©Î i<[Ä¢æç s £ &••äov[ )û ,/Å%d ì]œ•7 s:¶¬ c ¨\c òGÿ »ƒœ` æÿ ¬• Ð ò• O£™8 ŸO¿¨XÓã ŸºÔ½d

#ÿ]œ î/ œ`â '' æç ij ó¶Ÿ } ]œ£&äij^ æç d]œ£&••äov V} î¨ X!“¶” hûôl —‰ üQ î¬-]œ£& ¨X î•• \‘Ð n• —Â ôl‰8ŸO »ƒ ’c œ` U{gŸŸOd



Í 17 ¨X™8}]œ S / *"

"Í 17 Nµ]œ£&/ ¨X™8Næç *" ¾] ,•• & î ¢Q $d¨X™8 {˜••¶»¾] œÅ%vcŽ+vc¨X™8 ‘c¨Xiä&Ÿ“!m•

R + • • c ë & ? ™ â « % • œ — ¾ ¶ » œ · ë

ð à c ^ c Ÿ W c Œ Ò R Ö œ û œ / d Ü œ ` æ ç þ]

œ £ & / ¨ X • • Y ¬ £ ô l ¬ ¨ ‰ 8 » *ƒ* ¶ £

& • • $ þ i j / ï Å % $ î j þ j l Ð d

â ½] œ £ & ¨ X ™ 8 - N ¨ X ™ 8 MEC }] ,

ó î / ¬ -], î ¨ X ” b IT û ` , B » *ƒ* i ™ 8

Ÿ O }) ¢ ä È Ì î ¨ \ ” : î û ` Ò Ñ]

œ £ & s î ¨ \ c æ O 6 c £ & û ` ‘ Ð d MEC æ

ç * " ‡ ¶ 0 n ¿ g à , Õ É • ¿ k ¥ G < œ 7

î ¬ £] , } ‡ î ä ™ 8 û ` } ‡ ‡ \ - û ` d

´ Â µ Eï5NA×1ÐE™ C` 0 £åß z,º ©3ê0TU‘ —„BY ECEï5NAÓ0¿ ñ ñ

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

Í 18 ¨X™8¯rs î ‘Ð

¨X™8°Ÿ ¨\ îU d¨X™8Ÿt îU

”b1 ¨\äòGÿ¨\ U{ŸOd]œ£&œ` s

î¬¨ÿ‘ÐÄ(: æÓ¿ äÅ%&?‘ÐØP‰Ž

P‰¨\d"´¿ äÅ% æ€[" ij •âŸ œ

` ¨\ ÐdÙ® }`ÿ`•]œ&?/ ¨X••

)ûÙ.ck;Y ôlÓeä¾h‰ ™8¡ 7‘d

ÿ c æ ÿ ½ ¶ » Y î - + e ‡ W] œ

S ” b j þ j î U ä œ ` U { l d

2.01 ÞEï5NA×1Í

- N ¨ X ™ 8 MEC] œ r œ ” b t i j û ` ó – ¢ 5 - j û ` ¹ ¶ U ù _ d 9 î n ï e ¶ » s r œ ” b " • 8 5 û ` !

z ¨ \ e l Ð û ` !} # ÿ 5G î / Â Ç ÿ Ÿ Ö ö ” – æ - N î - + • ì ¶ ] œ £ & ” b j þ j ¨ \ æ O 6 e l Ð û ` "

z ô l ‡ Ó û ` ! ‡] œ £ & % • • • h ð , ô l ¹ ¶ M ¬ î Ž þ r œ ‡ < [r œ ¬ £ \ - æ € ‰ 8 g à] œ ô l , / e c Á c É … ä Û % G É Ÿ t } Ø P ‰ ¨ \ • ± ì S û , Ä ¬ £ }] œ £ & ž , Å % "

z £ & : Û Ú ³ Å ä Ó e û ` ! ‡ } ] œ £ & “ ! • • ” b - j î û ` ½ ¨ ™ ¶ » , Õ • n AR£ &) h ³ Å c Ê 4 ³ Å ” b : Û Ú û ` d

- N MECÁ æ ë n : ™ 8 Ð c æ O 6 Ð » *ƒ*] œ £ & û ` Ð & ? c }] œ • 7 % ø ë & ? " ! ò È ‘ N $ 8 g c ý … ‘ N $ c] , 4 j ä < [: A g Ø ½ c & P S Õ • 8 d

h Ã F¼5Fâ$èE¯

´ 6 µ q ‰ Õ O

]œ S œ`Ÿº s î n„• ”{ t W : ‘

Ð ä Ð d ™ ˜ h î æ ç 0 f) ‘ $ r œ œ`,

Ä æ ç 0 f) ‘ ® 6 » • P • !

z î´ n„ • ‘ 0 œ`, Ä Ä ¢ Ÿ # ½ ¨

‘ © Î # ÿ f) d ¢ º K î œ`, Ä ”b J "

– ¢ º K î É â § ‹ G œ`, Ä ‡ ¢ Q


工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

¹¶ îU •ì U þ],€$ îd "´ò•

îU •ì¸ âŸ œ` Ð "¸ ™¬.Ñ "»

G ÿ .Ñ Ð¨ Ü•• ¹ð Ç)û • É

-ëÜ î–‰ »^ d®ó }s “ !¬ ••)û –‰0

Ý ¶Tl í!¬•• [î Ç s î)û–‰ d

)û î–‰ ¨ * å5 î•ì ‘ æn˜ &?

îU U ¨ **îU**

©Î "¹ð Ðc£&ã¬c(Wbë ÉiÓ©Î],

)û

• î æc—Âc’c Ô½!"ìs“!m•æ

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

ÐÛ‰ð~ÎÀ4• æ ¨

®ó {,••0], U ¾û`$gø n„ ò
• á@-N•ì ¸ n• " û_ !œ]Nã $ ds
{, •• h U]œrœ¶» •©Î ð -N á@
•ì d

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet