

&SFQ^XNX TK 5WTIZHYNTS -FQY (FZXJI G^ 8R
7TGTY 2FQKZSHYNTS 5 & (FXJ TK (TRGNSJI 2
8TKY\FWJ FSI -ZRFS *WWTWX

v¼y u¼* i

a & * { ¼u qRu,,¼ !ÚH*J { ¼Ú¼HÚ:Ru¼quRpŠø,,*RJ¼&ÚA,,¼øÚŠ{ p¼ö§¼{HÚu,,¼ Ú
ÚJp¼&ŠHÚJ¼ Úø,,Ru{Á¼

v¼SJø*p J,,¼ø tŠ Jø

«Á¼SJ*,*ÚA¼ÚJRHÚA§¼*J¼uRöR,,*ø¼ÚuH¼{ J{Ru{¼

¬Á¼øR „iÚu ¼H*{øRHHŠJ*øÚ,,*RJ¼&ÚA,, p¼{§Jø&uRJ*°Ú,,*RJ¼

-Á¼yq uÚ,,Ru¼H*{{„ q¼quRARJ p¼pRiJ,,*H ¼

v¼d §¼d¼,,u*ø{

o „l¼

% „¼

ÆÚ¼

œRöR,,{¼¼

{{ HöA¼

¬¼A*J¼

%RiJ¼

~uRpŠø,,*RJ¼{„R¼

¬¼&¼

~uRpŠø¼

.{„*HÚ„ |¼

#²Âaaa¼¼

œRR¼

RHö*J p¼

o ø&ÚJ*øÚA¼¼{¼

œ qÚ*¼

.{„*HÚ„¼

«Á¼

v¼~u J,,*¼ø,,*RJ{

«Á¼°q uÚp¼{ J{Ru¼u pŠJpÚJø§¼

¬Á¼.J&ÚJø¼u ÚAÑ,,*H¼p*ÚJR{„*ø{¼

-Á¼SHquR¼Rq uÚ,,Ru¼,,uÚ*J*J¼

—²F H j « } G , |!ü Ê ½ & î @ % Z q q H Ã î @ ã á «
, " î , 。

■ 概述

本报告分析智能工厂机器人故障导致的生产中断，涉及机械、软件与人为多重因素。

■ 事件经过

- 机器人手臂传感器初始异常
- 软件通信中断导致同步停滞
- 操作员失误延长停机

■ 关键指标

指标	细节	数值
受影响机器人	装配线	2 条线停工
停机时间	生产中断时长	5 小时
损失产量	预计数量	约 8,000 件
根本原因	综合错误	机械 + 软件 + 人为
维修费用	估计损失	约 120 万美元

■ 预防措施

- 升级传感器冗余
- 加强实时诊断
- 改进操作员培训

1 ä Ö ö ò å Ü Š š ò î ð ð Ũ ý é õ Ú Û þ œ û ö Ó ö ô • î ã ð
 Û þ È ã ô ô ø

v} I Ñ} E Ñ Y K

[illegible]
$$v \in \mathbb{S}^n \setminus \tilde{N}$$

i E)S D G E J Ñ E Ĭ Ñ)6 Q Ñ

n l < Ÿ S W 13 Ÿ 6 Ÿ Ñ Ñ J M 6 S Y } U @ }

m < } â+@ E}AÚSYBQ

v } 6 Ä e } | Ý } + ß 0 +

l ê + }	ǎ V W E <	6 Ñ 8 }
F Ñ W 0 P P S }	İ I J 1 ù Ñ Ö 8 }	1 Ñ Ü Ö 8 }
Ÿ V }	á Ñ } 8 @ }	g } ! Ý S ß }
á Ñ P Ñ	İ 8 è 6 Ñ Ñ	1 } f † o o o }
6 ê 1 } + Ñ E < }	I Ý V S Y Ñ P	Y a Ñ Ó Ý S W Ö Y Ñ 8 W }
6 E Q 1 Ñ O }	İ 8 è 6 Ñ è + I Ñ 8 }	¼ j ‹ n 2 }

v } 3 W } Ñ ã Æ @ + Ñ Y

j k 9 ESMU à Q+ E

n < } E Ò Y Ñ 1 Y S Ñ 6 Ö 6 6 6 O }

m { } âF@ E6J IS E E }

8Ó- f f ô ú -Ò 8pú__x\î C8 ô ú _Bôxîî C8 îÒxfÒôÒ
6Ò- x8î B8Ò6 ú8pB ô ú _BíBpf ú8 x8Ò Óí_ îÒ 8pú
îÒfB ô ú ú__B_úf 6úîÓ8 îBf& ô ú fB p‘Ò_ú — x6Ò8B
îB6í 8ÒôBf

Ö"€áFS" á

\$FNá" ö&B á"¾¾ v¾"S¾"÷B¾" NáBBS?x ' "Ýá"?B&ÝSxx ' "x¾SF¾
B&Ö&NF"á "S¾"ö¿ÖB x¾" Ná ÷á Ná\"x& Ö¾ Ý&"ö¾xN&BáF" áx¿

Ö"„áxSá x¾"Ýá"" xÝá Ná

[" &¾¾" x¾"á" &F"Fá F&BáF"Ýá "ÖB¾v&"B&Ö'N x&"

["8¾ &"Ýá"x& S x¾x ' "Ýá"F&öNh¾Bá"ÝáNSg&"¾"F xB& v¾x ' "

["\$BB&B"Ýá "&?áB¾Ý&B"?B& & ÷'"¾"?¾B¾Ý¾"

Ö"E Ý x¾Ý&BáF"x¾gá

E Ý x¿" áN¾" ¥¾"

€&Ö&NF"¾" W á¾"Ýá" " " á¾F"Ýá"

Œ á ?&" ¿" SB¾x ' "Ýá"" "ÿ&"

}B&ÝSxN&F"" ‘ Ý¾ÝáF"áF" Á!["

¾SF¾" \$BB&BáF"x&"]áx¿ x&"µ"F&(
ÿS¾&"

&FN&"Ýá"Bá" }âBÝ Ý¾"á|" \"€"

Ö" xx & áF"?Bá gá N g¾F

[" xNS¾ v¾B"BáÝS Ý¾ x¾"Ýá"Fá F&BáF"

["]á &B¾B"Ý¾÷ 'FN x&F"á "N á ?&"Bá¾"

["€áö&Bv¾B"x¾?¾x N¾x ' "Ýá"&?áB¾Ý&BáF"

..

Æ,, ÿ à œ ~ O í Æ,, Ü Ü è ~ œ Ù Ü í ~ í' è - í Æ',,, í à • Ù,, Ü í Æ
~ ÿ à í í Æ' è - í Æ Æ œ Å œ Æ è ~ œ Ü í ' í è œ Æ í à - Æ œ - Æ è œ ÿ ÿ
' í Å ' - Æ,, Æ è œ Ü Ü œ í Ü à Å •',,, Æ - Û í œ à + ÿ í § - ' - œ ÿ ÿ œ à œ

= • Ë % ¸ ³

- Ë %, • • W % ¥ , l , 2 å — Ë ³ l , % % Ñ ¥ ¼ Ë • % W ¼ ³ ° ¥ W l C , " Ë ³ % ° , ³ — ì • , % ³ l
³ l Ë ³ — l Ë l ¥ Ë 2 2 ñ Ë l ¥ Ë 3 ° W C § l , l ¥ ¼ Ë — ï , ° ¥ Ë ³ % — C ì ° , l ‡ ³ Ë — 3 2 W ñ

= ì ‡ ³ Ë l ° Ë ¼ Ë 2 ~ l ° ¼ Ë l ¥

¤ 2 l W C , 2 Ë l ¥ , 2 Ë ¼ , l — 2 Ë — ° , • ¥ Ë ³ % — ¼ ³ § % , — % W § W ¥ ‡ ³ Ë

¥ 2 8 ì ï , ³ ¥ ¼ Ë ° W C C ³ l ° , ¥ W l 2 W ñ ° Ë 2 2 Ë — ¥ W • • , l ¥ 2 , — å l ° % W l — , ¥ V

! 2 H % % Ë ³ % ¼ Ë 2 ~ W • ì % , ¥ Ë ³ % • % W 2 W l ñ Ë , l ¥ 2 ~ , % % Ñ ¥

= † l ¼ ° , ¥ Ë ³ % — ° 2 ì —

† l ¼ ° , :

8 ì ¥ ,

D , 2 Ë

p W § W ¥ —

- , l Ë ¼ Ë C V

¥ 2 ñ l Ë —

8 ³ % ì Ë ¼

† l ¥ Ë % % ³ • ¥ W l ¼

" Ë ³ ¶

ö % W ¼ ³ ¥ -

D W 2 ³ C Ë l

« / £ :

- , ³ — Ë %

H % % Ë ³ % —

. ì ° , l ‡ ³ Ë ö 2 W í

³ C , l

- W , ¥ ¼ Ë % ì

ö Ë % ¥ Ë é

¤ 3 ¥ /

= . Ë — ³ % Ë — • % ì Ô Ë l ¥ Ô Ë —

¤ 2 C ì 2 W % Ë % 2 , % Ë ¼ W l ¼ , l ° Ë ¼ Ë — ° , • ¥ Ë ³ % —

¥ 2 p Ë l ï W % ° Ë % 2 Ë ¼ , ñ l W — ¥ ° Ë l ¥ Ë C • — % ì Ë 2

! 2 C ì 2 W % Ë % 2 , ï W % C , ¥ W l ¼ Ë — W • ì % , ¥ Ë ³ % —

‘ÄÄ 0E 00 ? ‘Ä‘W 8‘ F CÛ Ä HPC=Ö ‘Ô Õ ýÄ Ä ÝÃG/iQ H3 óÄ î= X > í Þ
O B Ý‘0Q 0PÖX 0E0 02 X G Ä 2 X

v à Ä 0Nu Ç

à ð Nq à î 3 ÄN î £ ï Ç ‚ Ä î Ä z# 1 0B & î < # ¥ Cx Ä e Ä † " & ä Mm zÄ z2 & Ä ¶ 0 % Ç ‚ ä & N ð N Ð 0¹⁰; ð

v ' A ; ° ‚ Y ¹ Y &

ç)à ï & ä N w DVP" Ny] \$ Y í Ä í ° ä ‚ ¹ @

è)Ä Ä P \$ ‚ ‚ ä " î 3 Ä N ¶ ° ä & † w m — Ç

é), „ ~ ä \$ ° N \$ † n ‚ •] Á ° Ä Ä m @

v à î Y î ô 'N N ^ æ Á °

N ^ æ Á °

‚ î e ... \$ °

à Ä î — °

N + \$ Á & ä N °

x î Á 3 \$ @

Ä î m ‚ @ ä &

„ ~ ä \$ ° B Ä

1 % Ç w m — Ç

ë " z Z

Bä — ... " Á 3 % Ä Ä °

à ð N 0ä B Ä ¥ &

î * æ æ î æ ä <

ì 0 3 ° Y °

à y Á \$ 3 Ä m @

à ð Nq à î 3 ÄN î £ ï Ç ¶ î Ä

9 f à ... ¹ £ &

BEM — Ä M Y ? °

ç) è M Ä ä î ¹ Ä

v à î ô ä " N 4

ç)" Ny] \$ Y Ä ¶ 4 ä Ä 0 ~ N &

è) ì M ... ð î ?] \$ ° P ð P y &

é) Ä î ¹ •] Á ° ð N Ä î Y ; &