

How to make a Clean Shot!!



O.T.R

2002006307

박대훈

2002007063

진찬웅

Step1: Project Statement

NBA를 보면 스타플레이어의 경우 슈팅한 공이 정확히 골네트로 꽂히는 이른바 ‘클린샷’을 자주 성공하는 것을 볼 수 있다. 어떻게 하면 그런 슈트를 성공할 수 있는지 여러 슈팅 중 제일 기본인 ‘자유투’로 알아보기로 하겠다.

Step2: Data & Information Collection

The
Free
The
Rea
The
The



Step3: Identification / Definition of Design Variables

The Initial Velocity: $v_0 (m/s)$

Release Angle: $\theta(^{\circ})$

릴리즈 높이 h 는 평균 릴리즈로 Constant화하였고
공기의 저항은 무시할 만큼 작고, 슈팅 시 점프는
고려하지 않는다.(발뒤꿈치를 드는 행위)
뱅크샷은 제외하며 공의 회전은 무시한다.

Step4: Identification of a Criterion to Be Optimized

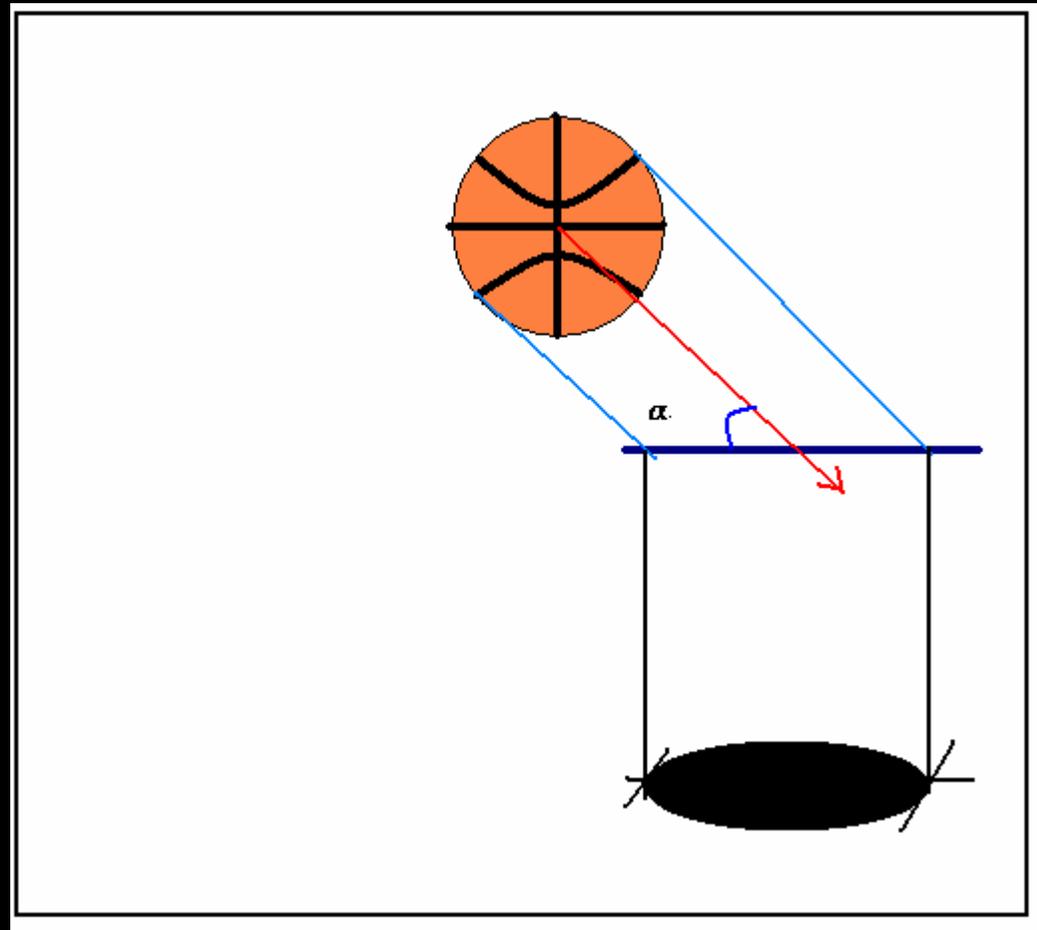
- 목적함수

$$f = A' = \frac{A}{\cos(90 - \alpha)}$$

= 투영면적

A: 공의 면적

=> 투영면적을 최소화!



Step4: Identification of a Criterion to Be Optimized

-속도성분

$$v_x = v_o \cos \theta \quad v_y = v_o \sin \theta - gt$$

-위치성분

$$x = v_o \cos \theta \times t \quad y = v_o \sin \theta \times t - \frac{1}{2} gt^2$$

$$\Rightarrow y = x \tan \theta - \frac{g}{2} \left(\frac{x^2}{v_o^2 \cos^2 \theta} \right)$$

$$\Rightarrow x = \frac{v_o \cos \theta}{g} \left(v_o \tan \theta \cos \theta \pm \sqrt{v_o^2 \tan^2 \theta \cos^2 \theta - 210g} \right)$$

Step5: Identification of Constraints

- 릴리즈 각도는 다음과 같다.

$$g_1 = \theta < 90$$

- $\frac{dy}{dx} = 0$ 이 되는 x 는 424cm전에 나타나야 한다.

$$g_2 = x_{\frac{dy}{dx}=0} = \frac{v_0^2 \tan \theta \cos^2 \theta}{g} \leq 424$$

Step5: Identification of Constraints

-클린샷은 공이 골대 안으로 림과 마찰없이 들어가는 것이다!

$$424 < x_c < 445$$

x_c : 공이 들어갈 수 있는 거리

$$g_3 = \frac{v_0 \cos \theta}{g} \left(v_0 \tan \theta \cos \theta + \sqrt{v_0^2 \tan^2 \theta \cos^2 \theta - 210g} \right) \geq 424$$

$$g_4 = \frac{v_0 \cos \theta}{g} \left(v_0 \tan \theta \cos \theta + \sqrt{v_0^2 \tan^2 \theta \cos^2 \theta - 210g} \right) \leq 445$$

Step5: Identification of Constraints

-공이 림 안으로 들어갈 수 있는 입사각

$$g_5 = \alpha \leq -32.43$$

$$g_6 = \alpha \geq -90$$

g6는 무의미하다

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{dy}{dx} \right) = \tan^{-1} \left(\tan \theta - \frac{xg}{v_o^2 \cos^2 \theta} \right)$$

Step5: Identification of Constraints

Minimize $f = A' = \frac{A}{\cos(90 - \alpha)}$

Subject to

$$g_1 = \theta - 90 < 0$$

$$g_2 = v_0^2 \tan \theta \cos^2 \theta - 424g \leq 0$$

$$g_3 = 424 - \frac{v_0 \cos \theta}{g} \left(v_0 \tan \theta \cos \theta + \sqrt{v_0^2 \tan^2 \theta \cos^2 \theta - 210g} \right) \leq 0$$

$$g_4 = \frac{v_0 \cos \theta}{g} \left(v_0 \tan \theta \cos \theta + \sqrt{v_0^2 \tan^2 \theta \cos^2 \theta - 210g} \right) - 445 \leq 0$$

$$g_5 = \tan \theta - \frac{xg}{v_0^2 \cos^2 \theta} + 0.635 \leq 0$$

Step6: Solve

Pattern Search Tool

Options:

Objective functi... @fn|

Start point: 500.40

Constraints:

Linear inequalities: A = b =

Linear equalities: Aeq = beq =

Bounds: Lower = Upper =

Nonlinear constraint function:

Plots

Plot interval: 1

Best function value Mesh size F

Best point Max constraint

Custom function:

Final point:

1	2
-683.31836	3872

Optimization terminated. mesh size less than options.

Final point:

1	2
-683.31836	3872

Pattern Search

Best Function Value: -28118.9549

Current Mesh Size: 1.9073e-006

Function value vs Iteration: The plot shows the function value starting at 0 and decreasing to approximately -2.8 over 80 iterations.

Mesh size vs Iteration: The plot shows the mesh size starting at 0, peaking at approximately 130 around iteration 15, and then decreasing to near 0 by iteration 40.

Function evaluations per interval vs Iteration: The plot shows the number of function evaluations per interval, with values ranging from 1 to 4 across the iterations.

Current best point vs Number of variables (2): The plot shows the current best point for two variables, with values around -1000 and 3800.

stop

Vectorize

2007

Step6: Solve

Design variables			
initial velocity(cm/s)	690.84925		
release angle(도)	52.819537	radian	0.921874826
Parameter			
공의 지름(cm)	24		
프리드로우 라인(cm)	457		
림의 높이(cm)	305		
릴리즈 높이(cm)	200		
림의 지름(cm)	45		
공의 질량(kg)	0.55		
Objective function			
f	502.94983		
x	433		
입사각도(도)	-64.08876	radian	-1.118559943
공의 면적(cm.^2)	452.38934		
Constraints			
g1	-37.18046		
g2	-189.7474	최고점일때의 x값	234.253
g3	-9		
g4	-12		
g5	-0.48356		

Design variables	
initial velocity(cm/s)	690.84925
release angle(도)	52.819537

초기속도와 초기 릴리즈 각도로 (500,50)을 주었을 때 엑셀 해찾기 결과 다음 값을 얻었다.
690.84925m/s,
52.819537도

Step6: Solve

Microsoft Excel 11.0 해당 보고서
 워크시트 이름: [크린샷엑셀.xls] Sheet1
 보고서 작성일: 2007-12-11 오후 7:07:14

목표 셀 (최소값)

셀	이름	계산 전의 값	계산 값
\$D\$16	f	452,3664276	452,3425771

값을 바꿀 셀

셀	이름	계산 전의 값	계산 값
\$D\$3	initial velocity(cm/s)	500	690,8492797
\$D\$4	release angle(도)	50	53,01257693

제한 조건

셀	이름	셀의 값	수식	만족 정도	조건과의 차
\$D\$23	g1	-36,98742307	\$D\$23<=0	부분적 만족	36,98742307
\$D\$27	g5	-0,445009564	\$D\$27<=0	부분적 만족	0,445009564
\$D\$28	g6	0	\$D\$28<=0	만족	0
\$D\$24	g2	-190,1946012	\$D\$24<=0	부분적 만족	190,1946012
\$D\$25	g3	-2,43858E-07	\$D\$25<=0	만족	0
\$D\$26	g4	-20,99999976	\$D\$26<=0	부분적 만족	20,99999976
\$D\$4	release angle(도)	53,01257693	\$D\$4>=0,00001	부분적 만족	53,01256693

Microsoft Excel 11.0 한계값 보고서
 워크시트 이름: [크린샷엑셀.xls] 한계값 보고서 1
 보고서 작성일: 2007-12-11 오후 7:07:15

목표 셀		
셀	이름	값
\$D\$16	f	452,3425771

값을 바꿀 셀		
셀	이름	값
\$D\$3	initial velocity(cm/s)	690,8492797
\$D\$4	release angle(도)	53,01257693

하한값 한계값	목표 셀 결과
690,8492797	452,3425771
44,04590322	452,3625341

상한값 한계값	목표 셀 결과
690,8492797	452,3425771
53,01257704	452,3425771

Microsoft Excel 11.0 민감도 보고서
 워크시트 이름: [크린샷엑셀.xls] Sheet1
 보고서 작성일: 2007-12-11 오후 7:07:15

값을 바꿀 셀

셀	이름	계산 값	한계 기울기
\$D\$3	initial velocity(cm/s)	690,8492797	0
\$D\$4	release angle(도)	53,01257693	0

제한 조건

셀	이름	계산 값	라그랑지 승수
\$D\$23	g1	-36,98742307	0
\$D\$27	g5	-0,445009564	0
\$D\$28	g6	0	-0,12853739
\$D\$24	g2	-190,1946012	0
\$D\$25	g3	-2,43858E-07	-0,00081931
\$D\$26	g4	-20,99999976	0

Step6: Solve

